Ueber den Einfluss

des

intensiven Lichtes auf die Zelltheilung

bei

Saccharomyces cerevisiae und anderen Hefen.

Inaugural-Dissertation

der

hohen philosophischen Facultät der Universität Rostock

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

von

W. Lohmann,

Apotheker und Nahrungsmittel-Chemiker

aus Berlin.

Rostock.

Universitäts-Buchdruckerei von Adler's Erben.

1896.

Referent: Professor Dr. Falkenberg.

Seiner lieben Mutter

als ein kleines Zeichen

der Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552726_0152

Die ersten Versuche, die Frage nach den Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung experimentell durch Zählungen zu lösen, stammen von Famintzin.[1])

Diese Versuche, welche mit Spirogyra-Fäden angestellt wurden, sind ausserordentlich werthvoll als die ersten ihrer Art.

Famintzin unterscheidet zwischen dem directen und dem indirecten Einfluss des Lichtes. Es war anzunehmen, dass das Licht die Zelltheilungen bei Spirogyra begünstigen würde, da das reichlich vorhandene Chlorophyll des Lichtes zur Assimilation von Baustoffen für die neue Membran unbedingt bedurfte. Die Ergebnisse der ersten Versuche, im concentrirten und im schwachen Lampenlicht, ferner auch bei zerstreutem Tageslicht und im Dunklen ausgeführt, zeigen das unverkennbar und übereinstimmend. Minder überzeugend dagegen sind die Versuche, welche von einer directen Abhängigkeit der Zelltheilung vom Licht Zeugniss geben sollten. Famintzin beschreibt den ersten Versuch folgendermassen:

„Am 27. Februar um 7 Uhr Abends wurde ein im Tageslicht cultivirter Faden, an dem ich die Periodicität der Zelltheilung schon längere Zeit beob-

[1]) Melanges physiques et chemiques, tirés du bulletin de l'Academie imp. de St. Petersburg $\frac{30.\ \text{April}}{12.\ \text{Mai}}$ 1868.

achtet hatte, in zwei Theile zerschnitten. Das eine aus 65 Zellen bestehende Stück wurde sogleich unter das concentrirte Lampenlicht gebracht und bis zum andern Morgen beleuchtet; um 7 Uhr Morgens enthielt es 105 Zellen. Das andere, aus 64 Zellen bestehende Stück desselben Fadens wurde im Dunklen während dieser Zeit aufbewahrt. Um 7 Uhr Morgens wurden an ihm 101 Zellen wahrgenommen.

Das Licht hatte hier, wie Famintzin hinzufügt, „die Zelltheilungen nicht im mindesten aufgehalten", es hatte dieselben aber auch nicht erheblich gefördert.

Aus dem zweiten Versuch Famintzin's würde sogar die Thatsache der directen Begünstigung der Zelltheilung durch Licht bei einem mehrere Tage währenden Versuche gefolgert werden können.

Die Fäden waren mehrere Tage in starkem Lampenlicht cultivirt und infolge dessen mit Stärke überfüllt. Aus dieser Stärke vornehmlich, als plastischem Material, wurden dann im Lichte eine grössere Anzahl von Querwänden gebildet, als bei den im Dunklen weitergezüchteten Fäden, welche letztere dafür ein gesteigertes Längenwachsthum der Zellen erfuhren. Famintzin hat nur der schon von Alexander Braun beobachteten, von ihm selbst durch sorgfältige Zählungen bestätigten Periodicität der Zelltheilung einen zu geringen Werth beigemessen. Es bleibt das Bedenken, ob nicht die in beiden Fadenhälften in gleicher Weise wirksame, remanente Periodicität der Zelltheilung den directen Einfluss des künstlichen Lichtes aufhebt oder soweit abschwächt, dass er sich der Beobachtung entzieht.

Famintzin hat auch ferner nicht berichtet, ob die Temperatur bei den belichteten und den im Dunklen aufbewahrten Objecten übereinstimmte, so dass man nicht völlig sicher ist, ob nicht auch die

thermischen Wirkungen des Lichtes von Einfluss auf die gewonnenen Resultate waren.

Im Anschluss an die Famintzin'schen Versuche veröffentlichte Kny in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft[1]) eine Arbeit über die Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung bei Saccharomyces Cerevisiae.

Mit Rücksicht darauf, dass Saccharomyces als saprophytischer Pilz in der Erzeugung neuer Zellen, resp. der Baustoffe dazu nicht an die Mitwirkung des Lichtes gebunden ist, erschien dieser Pilz als ein geeigneteres Untersuchungsobject als die chlorophyllführende Spirogyra. Ferner ist es bekannt, dass Zelltheilungen bei gesunder Hefe in guten Nährmedien jederzeit stattfinden. Man kann sich auch leicht überzeugen, dass das Sprossen bei gleichwerthigem Material und gleicher Temperatur stets ein gleichmässiges ist.

Als Lichtquelle dienten bei Kny's Versuchen fünf nebeneinander gestellte flache Gasflammen, deren Leuchtkraft an der Beobachtungsstelle, hinter einem mit destillirtem Wasser gefüllten, aus parallelen Spiegelglasplatten hergestellten Glasgefäss von 4 cm lichter Weite, gleich derjenigen einer Stearinkerze von 27,5 cm Länge, 2 cm Dicke und $83^1/_2$ gr Gewicht bei 8,5—9 cm Entfernung war.

Die Versuchshefe wurde in einem flüssigen Nährmedium, Hayduck's Nährlösung, im Liter Leitungswasser enthaltend:

100,0 gr Saccharose,
2,5 „ Asparagin,
20 ccm Mineralsalz-Lösung,

letztere in Liter

---

[1]) Jahrgang 1884, Band II, Heft 3.

50,0 gr saures phosphorsaures Kalium und
17,0 „ crystallisirtes schwefelsaures Magnesium enthaltend in flachen Schalen zur Vermehrung gebracht, nachdem sie in derselben Nährlösung vorher einige Male ungezüchtet war.

Es handelte sich nun darum, den mittleren Gehalt der Nährlösung an Hefezellen vor und nach der Einwirkung von Licht und Dunkelheit festzustellen. Die Zählung geschah nach gleichmässiger Vertheilung der Zellen in der Kammer, einem Objectträger mit einer rund ausgeschliffenen flachen Höhlung von 0,2 mm Tiefe, an deren Boden zwei rechtwinkelig sich kreuzende Systeme paralleler Linien eingeritzt waren. Die dadurch gebildeten Quadrate hatten eine Seitenlänge von 0,05 mm, der Inhalt des Troges betrug also 0,0005 ccm.

Nach starkem Umschütteln der Nährlösung wurde ein Tropfen rasch in die Kammer gebracht, und ein sorgfältig abgeschliffenes Deckglas sogleich darüber geschoben, unter Vermeidung des Einschlusses von Luftbläschen. Durch Einstellung der Theilungen am Grunde der Aushöhlung konnte dann leicht festgestellt werden, wie viel Hefezellen sich in der Masseinheit der Nährlösung befanden. Nothwendig war es, die Zählungen stets in denselben Quadraten des Liniensystems vorzunehmen, um nicht parteiisch zu verfahren und dadurch die Erlangung der zahlenmässig richtigen Mittelwerthe unmöglich zu machen. So wurden jedesmal dieselben 16 Quadrate des Liniennetzes geprüft. Nachdem auf solche Weise der Gehalt der Nährlösung an Hefezellen festgestellt war, wurde die gut umgerührte Flüssigkeit in zwei flachen Crystallisationsschalen von gleicher Querschnittsfläche und gleicher Höhe zu gleichen Hälften vertheilt. Diese beiden Schalen wurden dann unter je eine tubulirte Glasglocke gebracht, die

eine derselben war mit geschwärztem Papier lückenlos überklebt, um das Licht gänzlich abzuhalten, die andere nur durchsichtig. Die, die obere Oeffnung der Glocken verschliessenden Korke waren mehrfach durchbohrt. Eine grössere Oeffnung diente dazu, ein Thermometer in die Glocke einzulassen, die kleineren Oeffnungen sollten die ungehinderte Circulation der Luft ermöglichen. Die Thermometer waren vorher auf Uebereinstimmung und Gleichmässigkeit des Ganges genau geprüft. Selbstverständlich blieb in den beiden Glocken während des Brennens der Gasflammen die Temperatur keine gleichmässige, es war aber leicht, durch ein Vorrücken oder Entfernen der Glocken, welche hinter dem erwähnten parallelwandigen Glasgefäss standen, die Uebereinstimmung wieder herzustellen. Länger andauernde Differenzen betrugen fast immer nur 0,1 ° C.

Die von Kny zuerst angestrebte Gleichheit im Gange der Temperatur ist für die Brauchbarkeit der Resultate von hervorragender Bedeutung, da die Wärme innerhalb bestimmter Grenzen das Wachsthum und die Theilung der Zellen begünstigt.

Die Einwirkungsdauer des Lichtes betrug durchschnittlich zwanzig Stunden, nach deren Ablauf es sich darum handelte, die Zelltheilungen einzuschränken oder womöglich ganz aufhören zu lassen, um eine zuverlässige Zählung möglich zu machen.

Zu diesem Behuf wurden die Schalen anfänglich auf Eis gesetzt, bei späteren Versuchen der Inhalt mit einigen Tropfen Pikrinsäure versetzt.

Die Zählungen wurden sämmtlich am Tage des beendeten Versuchs ausgeführt und zwar abwechselnd an dem Inhalt der hellen und der verdunkelten Glocke. Der Unparteilichkeit halber wurde bei Versuch 1 und 3 die Zählung mit dem Inhalte der hellbeleuchteten, bei Versuch 2 und 4 mit dem der

verdunkelten Glocke begonnen. Die Resultate dieser vier ersten Versuche waren:

1. In 21 Stunden entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 2,46, dunkel 2,40;
2. in 22 Stunden 55 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 5,10, dunkel 5,44;
3. in 21 Stunden 30 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 4,14, dunkel 4,02;
4. in 18 Stunden 50 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 6,53, dunkel 8,09.

Da nun aber, selbst bei raschem Arbeiten die Hefezellen in dem zu zählenden Tropfen, wenn er in die Kammer gebracht wird, stets in der Mitte desselben dichter zusammenliegen und infolge dessen, bei aller Vorsicht, die Summen der einzelnen Zählungen doch sehr ungleichmässig ausfallen, wollte Kny die obigen Resultate noch durch eine andere Methode controlliren und ging hierbei von der einzelnen Hefezelle aus.

Die oben beschriebene Hayduck'sche Nährlösung wurde durch Gelatinezusatz in ein festes Nährmedium umgewandelt, von welchem in flüssigem Zustande ein Tropfen auf einen Objectträger gebracht wurde, und ein Tröpfchen Wasser, sorgfältig isolirte Hefezellen enthaltend, damit gemischt, sodann das Ganze in rechteckiger Form auf dem Objectträger ausgestrichen.

Die Isolirung der Zellen wurde auf folgende Weise erreicht: Eine geringe Menge frischer Presshefe wurde durch Schütteln gut in destillirtem Wasser vertheilt, und diese so aufgeschwemmte Hefe in ein langes Glasrohr gebracht, welches unten durch einen kurzen Gummischlauch an einen Quetschhahn angeschlossen war. Die zu Gruppen zusammengeballten Zellen sanken infolge des relativ geringen Widerstandes der Flüssigkeit rascher zu Boden als

die Einzelzellen, wurden wiederholt nach mehrmaligem Durchschütteln durch den Quetschhahn abgelassen, und nun zeigte die mikroskopische Prüfung nur noch isolirte Zellen.

Die Objectträger mit der Nährgelatine und den vertheilten Hefezellen wurden im dunstgesättigten Raume in horizontaler Lage zum Erstarren gebracht, dann in verticaler Stellung mit dem unteren Ende so in zwei mit feuchtem Sand gefüllte Schalen gesteckt, dass der Gelatine-Ueberzug bei sämmtlichen Platten derselben Seite zugewendet war.

Die eine Schale mit sechs Platten wurde dann, die Gelatineschicht der Lichtquelle zugekehrt, unter die dunkle, die andere unter die helle Glocke gebracht. Die Glocken selbst wurden durch Wasser abgeschlossen, um die nöthige Dunstsättigung herzustellen, und das Eintrocknen der Gelatine zu verhindern. Nach Beendigung des Versuches wurden die Platten zunächst mittelst paralleler Tuschestriche zum bequemeren Zählen der entstandenen Sprosscolonien vorbereitet, und behufs Verhinderung des Weitersprossens zum Eintrocknen unter eine Glasglocke gelegt. Die Zählung konnte nun zu beliebiger Zeit geschehen, durch eine Mischung von $^2/_3$ Glycerin und $^1/_3$ Wasser in dünner Schicht aufgeweicht, traten die Umrisse der Zellen innerhalb der Colonien in wünschenswerther Schärfe hervor.

Die Resultate der vier auf solche Weise ausgeführten Versuche waren folgende:

1. In 16 Stunden 45 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 17,32, dunkel 17,54;
2. in 19 Stunden 5 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 16,56, dunkel 14,98;
3. in 17 Stunden 35 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 18,24, dunkel 17,92;

4. in 16 Stunden 55 Minuten entstanden aus jeder Hefezelle belichtet 6,99, dunkel 6,68.

Das Ergebniss von sämmtlichen acht Versuchen war, dass bei drei Versuchen die Vermehrung der Zellen unter der dunkeln Glocke, bei fünf dagegen unter der hellen Glocke eine stärkere war, dass aber die Verschiedenheiten in dem Zahlenergebniss sich in der Gesammtsumme ziemlich genau ausglichen, so dass also bei mässigem Licht die Zelltheilungen von Sacchoromyces mit gleicher Lebhaftigkeit stattfinden, wie im Dunkeln.

Da die Untersuchung von Kny die Frage offen lässt, ob nicht unter der Einwirkung intensiveren Lichtes die Zelltheilungen in anderer Weise verlaufen, und positive Angaben [1]) aus späterer Zeit darüber vorliegen, dass die Vermehrung gewisser Bacterien durch stärkeres Licht nachtheilig beeinflusst bezw. sistirt wird, schlug mir Herr Professor Kny vor, den Einfluss intensiven Lichtes auf Zelltheilung bei Saccharomyces festzustellen.

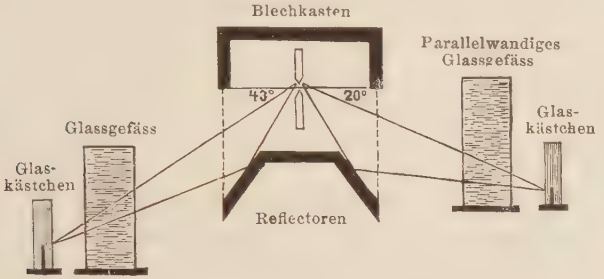
Als Lichtquelle stand jetzt im Botanischen Institut der Königl. Landwirthschaftlichen Hochschule eine Siemens'sche Differential-Bogenlichtlampe für 15 Ampère Stromstärke zur Verfügung.

Die, dieser Stromstärke entsprechenden Kohlenstäbe brannten innerhalb eines, nach zwei Seiten offenen, viereckigen Kastens aus starkem Weissblech, dessen Oeffnung, 30 cm ins Geviert weit, zum Schutze der Augen vor den grellen Lichtstrahlen im oberen Drittel mit einer Charnierklappe versehen wurde. Die Bodenfläche des Kastens war zum Herunterklappen eingerichtet, so dass ein Beleuchtungswinkel

[1]) Downes and Blunt, Roy. Soc. Proceed. 1877 u. 1878. Geissler, ferner auch Chmelewsky, Centr. f. Bact. 1872. Marshall Ward, Philos. Transact. Roy. Soc. Vol. 185 (1894).

von 45 °, und damit die höchste Intensität erreicht werden konnte.

Bei den vier ersten Versuchen wurden die zu beobachtenden Objecte auf einem Tischchen vor einer Kastenöffnung in einem Beleuchtungswinkel von 20 °, 50 cm von der Lichtquelle entfernt, aufgestellt und die Lichtintensität durch einen vor der anderen Oeffnung aufgestellten Spiegel erhöht.



Bei den späteren Versuchen wurden meist beide Oeffnungen benutzt, und zwar wurden die Objecte auf der einen Seite wie bisher in einem Winkel von 20 ° und meist 50 cm von der Lichtquelle entfernt aufgestellt, auf der anderen in einem Winkel von 42 ° und 65 cm Abstand. Die Leuchtkraft der Lampe bei 20 ° Neigung mit Absorption durch das parallelwandige Glasgefäss betrug im Mittel 1944 Hefnerkerzen, der Gewinn durch die Reflectoren im Mittel 49 %, so dass demgemäss eine Beleuchtung von 11 590 Meterkerzen erzielt wurde.

Auf der anderen Seite bei 42 ° Neigung war die Leuchtkraft im Mittel 2274 Hefnerkerzen, wegen des Abstandes von 65 cm aber wurde nach Zurechnung des Gewinnes durch die Reflectoren nur eine Beleuchtung von 8000 Meterkerzen erzielt.

Diese Messungen und Berechnungen wurden von den Ingenieuren Herren Schrader und Holmgreen, von den Charlottenburger Werken (Siemens & Halske)

in dankenswerther Weise gesandt, ausgeführt. Zu den Messungen diente das Weber'sche Photometer. Zur Aufnahme der Beobachtungs-Objecte dienten viereckige, parallelwandige, aus dünnem Spiegelglas gefertigte Kästchen von 30 cm Höhe, 9,4 cm Breite und 3,9 cm lichtem Durchmesser, welche in umgekehrter Stellung mit dem Rande in feuchten Sand gesteckt waren. Das eine der Kästchen war lückenlos mit starkem, völlig undurchsichtigem, schwarzem Papier, welches sich den Wandungen genau anfügte, umgeben. In beiden, dem hellen und dem dunklen Kästchen, wurden Thermometer angebracht, deren gleichmässiger Gang vorher genau festgestellt war.

Um die Ausstrahlung einer zu intensiven Wärme zu vermeiden, wurde ein 40 cm hohes, 40 cm breites parallelwandiges Glasgefäss von 4 cm lichtem Durchmesser, mit destillirtem Wasser gefüllt, vor die Oeffnung des Kastens gestellt, welche, selbst nur 30 cm in's Geviert gross, völlig davon gedeckt wurde. Je eines dieser Glasgefässe wurde zwischen die oben beschriebenen Glaskästchen und die Lichtquelle eingeschaltet. Es wurde dadurch erreicht, dass das Temperatur-Optimum niemals überschritten wurde.

Bei den Vorversuchen wurde anfänglich die schon erwähnte Hayduck'sche Nährlösung mit 10 % Gelatine versetzt, angewendet, später dagegen die von Hansen empfohlene, sterile, gehopfte Bierwürze mit dem gleichen Gelatinezusatz. Diese Würzegelatine erwies sich als ein ganz vorzügliches Nährmedium. Für die erste Versuchsreihe wurde die jetzt in so grosser Menge in Reinzucht hergestellte Hefe, Rase II, eine obergährige Brennereihefe, welche die Versuchs- und Lehrbrauerei Berlin N. freundlichst zur Verfügung stellte, verwandt. Es ist eine reine Presshefe, in der wesentliche morphologische Unterschiede

der Einzelzellen mit Ausnahme verschiedener Grösse derselben, nicht zu erkennen waren, sehr langgestreckte oder wurstförmige Zellen, wie in manchen Brauerei-Hefen, kamen darin nicht vor. Um die Hefe an das Nährmedium zu gewöhnen, wurde sie auf Würzegelatine in Petrischälchen mehrmals umgezüchtet. Hierbei zeigten sich makroskopisch wesentliche Unterschiede in den entstandenen, etwa eine Woche alten Jungcolonien.

Es konnten drei Culturtypen erkannt und unterschieden werden:

1. Eine sehr characteristische Colonie, zum erhabenen innen leeren Ring zusammengewachsen.
2. Runde Rasen, innen etwas erhaben, aber ohne leeren Ring, nach aussen in concentrischen Kreisen terrassenförmig absteigend. Farbe weiss in hellgrau übergehend.
3. Kleinere fast durchsichtige, glatte Colonien ohne concentrische Schichtung.

Aber auch unter diesen drei Typen waren wesentliche mikroskopische Unterschiede der Einzelzellen nicht nachzuweisen; auch makroskopisch erschienen die Unterschiede im Laufe der Zeit immer mehr ausgeglichen. Die Einzelzellen waren in den Jungcolonien gleichmässig gut ausgebildet, ellipsoidisch oder rundlich, nicht sehr langgestreckt, mit meist einer grossen Vacuole, selten traten zwei oder drei kleinere Vacuolen in die Erscheinung, das Plasma, anfänglich homogen, wurde nach einigen Wochen körniger und ungleichmässiger. Auch die Menge der glänzenden Oeltröpfchen mehrte sich mit dem Alter der Colonie.

Zu den Versuchen sollte Hefe aus den unter 1. erwähnten Colonien in Ringform verwandt werden, doch nicht ohne vorher aus einer bestimmten Einzel-

zelle eine selbstgezüchtete Reincultur für die wichtigsten Versuche erzielt zu haben. Hierzu wurde die Methode, welche Hansen 1886 veröffentlichte, mit einigen Abänderungen benutzt. Eine kleine Anzahl Zellen wurde in Würze vertheilt und von diesem Gemisch mit Hülfe einer Schreibfeder mehrere Tropfen in einer bestimmten Reihe oder einer einfachen geometrischen Figur auf ein Deckgläschen punktirt. Dieses, in der feuchten Kammer bei 150facher linearer Vergrösserung unter dem Mikroskop betrachtet, liess das Tröpfchen, in dem die bestentwickelte Einzelzelle war, leicht erkennen und von der Kammer abgenommen, in der Reihe oder der bestimmten Figur leicht wiederfinden. Von hier aus wurde die Zelle mittelst einer sterilen Platinnadel, wegen des schnellen Eintrocknens kleiner Tröpfchen, in einen etwas grösseren Tropfen Würze übergeführt und nochmals darin festgestellt. Dann wurde die Zelle in ein Probirglas mit schräg erkalteter Würzegelatine zur Entwickelung gebracht. Gleichzeitig wurden so gewonnene Einzelzellen in Erlenmeyer'sche Kölbchen mit Würzegelatine zur Ausbildung von Riesencolonien übergeimpft. Es verdient erwähnt zu werden, dass die so erzielten Riesencolonien, von denen mehrere nach Monaten eine sehr beträchtliche Grösse, bis zu 5 cm Durchmesser erreicht hatten, das Aussehen der unter 2. beschriebenen runden Rasen zeigten, innen etwas erhaben, nach aussen in concentrischen Kreisen terrassenförmig absteigend. Die ringförmige Gestalt der Ursprungscolonie zeigte keine der aus Einzelzellen gewonnenen Riesencolonie. Sobald die in dem Probirglas entstandene Colonie die Grösse einer Linse erreicht hatte, wurde ihr mit einer sterilen Platinnadel eine Probe von Nadelknopfgrösse entnommen, in einem Tropfen sterilen Wassers gut vertheilt und dieses

Gemisch mit 100 ccm sterilen Wassers angeschüttelt. Durch Zählung mittelst des Haematimeters wurde festgestellt, dass in einem kleinen Tropfen dieser Hefemischung zwischen 40 und 100 isolirte Zellen vorhanden waren, die fast sämmtlich den Eindruck der Gesundheit und Entwickelungsfähigkeit machten.

Bezeichnete Objectträger wurden dann im oberen Drittel mit Würzegelatine beschickt, welche so vertheilt war, dass sie nach dem Erkalten ein Rechteck bildete, und über dieses Rechteck ein Tropfen der Hefemischung mittelst eines sterilen Glasstäbchens gleichmässig ausgestrichen. Diese Methode vermeidet Ungleichheiten im Luftzutritt und die stetige Entwickelung der Colonien bei sonst günstigen Umständen zeigte, dass die Ernährung auf der Oberfläche des Nahrmediums eine völlig ausreichende war.

Nach dem Eintrocknen des nur als Vehikel dienenden Wassers wurde mikroskopisch geprüft, ob die Zellen genügend gleichmässig auf dem Nährboden vertheilt waren. Von diesen nun fertigen Aussaatplatten wurden je drei in die mit feuchtem Sand angefüllten Glasbehälter, die Gelatineseite der Lichtquelle zugekehrt, eingesteckt, das lichtdurchlässige und das verdunkelte Glaskästchen darüber gestülpt und nun beleuchtet.

Eine gleichmässige Temperatur während der Einwirkung des Lichtes liess sich sehr leicht durch Vor- und Zurückschieben der Beobachtungsobjecte erreichen, nur selten wurden Differenzen von 0,1 ° festgestellt, die sehr bald wieder ausgeglichen werden konnten. Nach beendetem Versuch wurden die Colonien durch Formalindämpfe abgetödtet, und die Gelatine unter einer Glasglocke eingetrocknet. Zur Erleichterung des Zählens der entstandenen Sprosscolonien wurden auf der eingetrockneten Gelatine

Striche mit verschiedenfarbigen, alkoholischen Anilinfarbenlösungen mittelst spitzer Stahlfedern gezogen, die Farben in regelrechter Reihenfolge angewandt, so dass die Colonien in den ungefärbten Zwischenräumen leicht strichweise gezählt werden konnten. Die Möglichkeit, ein und dieselbe Reihe wiederholt zu zählen, war dadurch ganz ausgeschlossen.

Es war nur nothwendig, falls die Gelatine schon glashart geworden war, dieselbe mit Deckgläschen zu bedecken und eine Mischung von $^2/_3$ Glycerin und $^1/_3$ Wasser vorsichtig untersaugen zu lassen. Nach dem Aufweichen der Gelatine traten die Umrisse der einzelnen Zellen wieder scharf hervor und jede Sprosscolonie liess deutlich erkennen, wie viel Tochterzellen aus der Mutterzelle hervorgegangen waren. Ausnahmslos wurde auch jeder Ansatz zu einer neuen Zelle, jede Prätuberanz als Zelle gezählt, obgleich nur selten zu erkennen war, ob sich die Scheidewand schon ausgebildet hatte.

Die folgenden vier ersten Versuche dienten gleichsam als Vorversuche, da es sich zunächst um die Frage handelte, ob künstliches Licht von der gegebenen Intensität überhaupt im Stande ist, einen Einfluss auf die Zelltheilung auszuüben, gegenüber unbelichteten, bei der gleichen Temperatur gesprossten Colonien.

Versuch 1.

Begonnen am 12. November, Vormittags 9 Uhr. Presshefe, Rase II, dichte Aussaat.

Electrisches Licht anfänglich häufig für kurze Zeit unterbrochen.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. helles Kästchen H. 18,8°, dunkles D. 18,8°; 9 U. 30 Min. H. 19,3°, D. 19,3°; 9 U. 30 M. H. 19,6°, D. 19,6°; 10 U. H. 20,0°, D. 19,9°; 11 U. H. 20,4°, D. 20,4°; 12 U. 30 M. H. 20,6°, D. 20,6°; 1 U. 30 M. H. 20,7°,

D. 20,8°; 2 U. 30 M. H. 21,0°, D. 20,9°; 3 U. 30 M. 22,4°, D. 22,5°. Beendet: 4 U. 30 M. H. 22,8°, D. 22.8°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 66 Zählungen	6.14	1. Mittel aus 69 Zählungen	7,7
2. „ „ 181 „	6,44	2. „ „ 163 „	6,9
3. „ „ 96 „	5,65	3. „ „ 143 „	6,1
	18,23		20,7
Mittel: 6,08		Mittel: 6,9	

In der Zeit von 7 Stunden 30 Minuten waren unter dem belichteten Glaskästchen aus einer Zelle im Mittel 6,08, unter dem dunklen 6,9 Zellen hervorgegangen.

Versuch 2.

Begonnen am 15. November 1894, Vormittags 9 Uhr, Heferase II auf Gelatine umgezüchtet. Aussaat 40 bis 80 Zellen im Impftropfen, Licht hell, nicht unterbrochen.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 20,4°, D. 20,5°; 10 U. 30 M. H. 21,0°, D. 20,9°; 11 U. 30 M. H. 21,5°, D. 21,6°; 12 U. H. 21,9°, D. 21,8°; 12 U. 30 M. H. 22,4°, D. 22,4°; 1 U. 30 M. H. 22,8°, D. 22,9°; 2 U. 30 M. H. 23,4°, D. 23,5°; 3 U. H. 23,9°, D. 23,8°. Beendet: 5 U. H. 23,5°, D. 23,4°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 36 Zählungen	7,4	1. Mittel aus 40 Zählungen	7,3
2. „ „ 89 „	8,0	2. „ „ 39 „	10,5
3. „ „ 43 „	8,7	3. „ „ 23 „	8,7
	24,1		26,5
Mittel: 8,3		Mittel: 8,83	

In der Zeit von 8 Stunden waren unter dem belichteten Glaskästchen aus einer Zelle im Mittel 8,3, unter dem dunklen 8,83 Zellen hervorgegangen.

Versuch 3.

Begonnen am 28. November, Vormittags 9 Uhr. Aussaat aus vier Wochen alten Riesencolonien, welche durchschnittlich ein sehr homogenes Plasma zeigten. Licht hell.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 18,5°, D. 18,6°; 10. U. H. 20,3°, D.20,2°; 11 U. H. 21,7°, D. 21,6°; 12 U. H. 22,0°, D. 21,9°; 2 U. H. 22,4°, D. 22,5°; 3 U. H. 22,8°, D. 22,8°; 4 U. H. 23,4°, D. 23,4°. Beendet um 5 U. H. 23,9°, D. 23,9°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 78 Zählungen	10,15	1. Mittel aus 103 Zählungen	9,4
2. „ „ 104 „	10,13	2. „ „ 29 „	14,35
3. „ „ 48 „	9.33	3. „ „ 79 „	11.40
	29,61		35,15
Mittel	9,85	Mittel	11,72

In der Zeit von 8 Stunden waren unter dem belichteten Glaskästchen aus einer Zelle im Mittel 9,85, unter dem dunklen 11,72 Zellen hervorgegangen.

Versuch 4.

Begonnen am 5. December, Vormittags 9 Uhr. Aussaat: Zellen aus denselben Colonien, die zum Versuch 3 verwendet waren. Zahlreiche Zellen versagten, dagegen waren die entstandenen Sprosscolonien sehr übersichtlich und gut ausgebildet.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 20,1°, D.20,2°; 10 U. H. 21,6°, D. 21,5°; 11 U. H. 22,1°, D. 22,1°;

12 U. H. 22.7°, D. 22,6°; 2 U. H. 22.6°, D. 22,7°; 3 U. H. 23,0°, D. 23,2°; 4 U. H. 23,4°, D. 23,4°; 5 U. H. 22,9°, D. 22,9°. Beendet um 6 U. H. 22,7°, D. 22,7°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 25 Zählungen	10,7	1. Mittel aus 15 Zählungen	12,00
2. „ „ 43 „	10,42	2. „ „ 17 „	12,00
3. „ „ 26 „	11,2	3. „ „ 16 „	13,09
	32,32		37.09
Mittel:	10,77	Mittel:	12,36

In der Zeit von 9 Stunden waren unter dem belichteten Glaskästchen aus einer Zelle in Mittel 10,77, unter dem dunklen 12.36 Zellen hervorgegangen.

Aus diesen vier Vorversuchen ging mit Sicherheit hervor, dass intensives, electrisches Licht einen retardirenden Einfluss auf die Zelltheilung bei Saccharomyces cerevisiae ausübt.

Bevor nun zur Anstellung systematischer Versuche übergegangen werden konnte, musste zunächst die Entstehung der Sprosscolonie aus der Einzelzelle auf den festen Nährmedien eingehend beobachtet werden, um Fehler in der Beurtheilung der zu zählenden Sprosscolonien auszuschliessen.

Zunächst musste festgestellt werden, ob durch Uebertragung solcher Zellen, die eben zu sprossen begonnen, Fehler im Resultat entstehen können, da die Möglichkeit vorliegt, dass eine solche Doppelzelle, die vor den vereinzelten Nachbarzellen im Wachsthum voraus ist, doppelt zahlreiche Sprosscolonien hervorbringt. Solche Zellen wurden vielfach beobachtet, aber es stellte sich heraus, dass solche Doppelzellen, ganz gleich, ob die Sprossung

eben begonnen hatte oder Mutter- und Tochterzelle schon fast gleich gross waren, niemals sofort nach der Uebertragung weitersprossten, sondern meist überhaupt nicht zur Weiterentwickelung kamen.

Selbst auf dem gewohnten Nährboden sprossen die Zellen nicht gleichmässig, wenn die Temperatur nicht die gewohnte ist. Hefe, bei Zimmertemperatur, etwa 17,5° C. gezüchtet, sprosst nicht bei 8°, bleibt tagelang unthätig und setzt erst dann wieder zu neuen Sprossungen an, wenn die Temperatur wieder annähernd auf den früheren Stand gebracht wird. Dann aber, von dem Beginn der ersten Sprossung ab, ist das Wachsthum, die Zelltheilung, bei etwa 17,5° C. ein sehr gleichmässiges, eine sprossende gesunde Zelle erzeugt bei dieser Temperatur einen Verband, der die Zahl seiner Einzelzellen ungefähr alle vier Stunden verdoppelt.

Schon während des Sprossens der ersten Tochterzelle verändert die Mutterzelle ihre Lage, wahrscheinlich infolge Verschiebung ihres Schwerpunktes. Während die erste Tochterzelle heranwächst, sprosst die Mutterzelle nochmals und nun scheint sich die ganze Jungcolonie zu drehen, wohl deshalb, weil nun auch der Schwerpunkt der Tochterzelle mitwirkt. Diese Bewegung, Lagenveränderung der Colonie, kommt erst zur Ruhe, wenn auch die erste Tochterzelle gesprosst hat, und die so entstandene vierte Zelle nahezu ausgewachsen ist.

Diese Jungcolonien bieten immer ein charakteristisches Bild, die vier Einzelzellen hängen meist kettenartig aneinander, selten eine gerade Linie, meist einen Winkel bildend.

Wenn die Colonie die Zahl von acht Einzelzellen überschritten hat, wird die Uebersicht schwieriger, da bei mittlerer Wärme, 15—17,5° C. die Colonien sehr gedrängt wachsen und die Mutterzelle,

von der aus die Orientirung über die Reihenfolge in der Sprossung leicht geschehen könnte, von den jüngsten Tochterzellen häufig überwuchert wird.

Ein anderes Bild bietet das Sprossen einer Hefecolonie bei höheren Wärmegraden, es ist ein wesentlich und zwar bei längerer Einwirkung progressiv gesteigertes. Schon von Anfang an machen sich Unterschiede geltend, indem die dritte Zelle meist gleich aus der zweiten hervorsprosst, ehe diese selbst völlig ausgewachsen ist. Von den überhaupt zur Entwickelung kommenden Zellen bleiben verhältnissmässig wenige als Jungcolonien auf der Zahl von vier Einzelzellen im Verbande stehen, und dieses sind meist sogenannte Riesenzellen, welche die benachbarten normalen Zellen um das doppelte bis vierfache an Grösse übertreffen. Die anderen, normal weiter entwickelten Colonien sind fast immer paarig gesprosst und zwar sind die Zahlen 8 und 16 vorherrschend. Die Uebergangszahlen von 8 zu 16 entstehen dadurch, dass ein Theil der Sprosscolonie unter Zerfall in Einzelzellen sich von derselben abgetrennt hat, wodurch den vereinzelten Zellen die Möglichkeit zu sprossen etwas früher gegeben wird, als den noch im Verband gebliebenen zusammenhängenden Zellen.

In der Regel sprosst die junge Zelle alsbald aus der Wundstelle, wohl deshalb, weil hier die Wandung am dünnsten ist und einem Druck von innen leicht nachgiebt; sehr selten geschieht die Sprossung an einer anderen Stelle, was nur bei Saccharomyces Pastorianus I mehrere Male beobachtet wurde. Weit häufiger als ein theilweises Zerfallen der Sprosscolonie ist ein gleichzeitiges aller Zellen derselben. Daher findet man bei den in höherer Temperatur gesprossten Colonien eine grosse Zahl solcher mit 16 Einzelzellen, von denen die acht jüngeren in

einem völlig gleichmässigen Entwickelungszustande sind, ob eben erst gesprosst oder fast ausgewachsen. Häufig wurde beobachtet, dass eine anfänglich etwas zurückgebliebene Colonie die benachbarte, anfänglich besser entwickelte wieder einholt oder sogar überflügelt. Der ungleichzeitige Zerfall oft nahe benachbarter und völlig gleichmässig ausgebildet erscheinender Colonien nach längerer Einwirkung höherer Wärmegrade ist der Grund der ungleichmässigen Entwickelung und der verhältnissmässig grossen Unterschiede der Zellenzahl benachbarter Colonien. Infolge dieser Unterschiede ist es unbedingt nothwendig, eine möglichst grosse Anzahl von Sprosscolonien zu zählen, um das Mittel daraus entnehmen zu können.

Die Zahl der zurückbleibenden, nicht zur Sprossung gelangenden Zellen ist bei 20 bis 25° C. eine grössere, als bei 17,5° C. Bei dem hochgradig gesteigerten Sprossvermögen, wie es Temperaturen von 20 bis 25° C. hervorrufen, ist ein Wechsel des Nährmediums bei den Versuchen oft verhängnissvoll. Ein Uebergang von der Würzegelatine, an welche die Hefe gewöhnt war, zu dem durch das Belichten bei höherer Temperatur nothwendig werdenden, strengflüssigen Würzeagar, ja selbst von einem gewohnten Agar zu einem aus neuer Würze frisch bereiteten, von gleichzeitig etwas veränderter Zusammensetzung lässt die Versuche häufig misslingen. In der verhältnissmässig kurzen Zeit der Einwirkung von Licht und Dunkelheit bei höherer Temperatur sprossen die Zellen gar nicht oder nur vereinzelt, auch sehr langsam und ungleichmässig, während Jungcolonien im Probiergläschen aus derselben Muttercolonie geimpft, sich auf dem neuen Nährmedium für die makroskopische Beobachtung ganz normal entwickelten. Bei dieser Temperatur und längerer Zeit

zur Gewöhnung sagt also das neue Nährmedium der Hefe vollkommen zu. Auch Zellen, die behufs besserer Isolirung mehrere Tage in sterilem Wasser vertheilt und häufig geschüttelt wurden, versagten zuweilen auf einem festen Nährmedium.

Andererseits wurde bei entsprechenden Versuchen, welche zu diesem Zwecke unternommen wurden, festgestellt, dass die auf festem Nährboden gezogenen Zellen, in Würze vertheilt, durchaus nicht sogleich zur Sprossung ansetzten, sondern erst einige Zeit ruhen mussten. Die Riesencolonien auf Agar zeigen, wegen Absonderung einer, meist nur geringen Menge flüssiger Schicht auf der Oberfläche nicht die für die einzelnen Arten charakteristischen Formen der Gelatineculturen, sondern verschwommene Schichtung. Hiervon machen nur die Mycoderma-Arten eine Ausnahme, sie trocknen die Agar-Oberfläche aus und bilden charakteristisch gefaltete, den Gelatineculturen völlig entsprechende Colonien.

Die Einzelzellen zeigen dagegen, auf Agar gezogen, keine bemerkbare morphologische Veränderung. Nur bei älteren Colonien und zwar sowohl auf Agar wie auf Gelatine finden sich häufig sehr langgestreckte, ja mitunter wurstförmig gekrümmte Zellen, so dass man an eine Infection mit einer anderen Art, etwa Saccharomyces Pastorianus denken könnte. Aber auch diese entarteten Zellen erzeugen wieder Jungcolonien mit völlig normalen, ovalen oder ellipsoidischen Einzelzellen; die Formveränderung war also wohl durch veränderte Ernährungsbedingungen hervorgerufen.

Die wichtigste und unerlässliche Vorbedingung für das Gelingen der Versuche aber ist eine vollkommene, womöglich überreichliche Dunstsättigung innerhalb der exponirten Glasgefässe, aber selbst bei Innehaltung aller erdenkbaren Vorsichtsmass-

regeln und Verwerthung der gemachten Erfahrungen misslangen Versuche ohne ergründbare Ursache. Die Zellen lagen nach mehrstündiger Einwirkung unverändert da, und sprossten auch im ferneren Verlauf des Versuches nicht, auch nicht bei Wiederholung des Versuches am nächsten Tage, so dass nur an eine Degeneration der betreffenden Muttercolonie gedacht werden kann, durch welche die vereinzelten Zellen zur Entwickelung in der gegebenen, verhältnissmässig kurzen Zeit des Belichtens unfähig gemacht waren. Zellen aus Jungcolonien gaben, wie sich herausstellte, ein besseres Resultat.

Versuch 5.

Es handelt sich um die Frage, ob schon bei kurzer Belichtung und mässiger Temperatur ein ungleiches Sprossen bei belichteten und verdunkelten Objecten bemerkbar wird. Bei diesem und dem gleichzeitigen nächsten Versuche wurde die Luft des Arbeitsraumes durch theilweises Oeffnen des Fensters mit Hülfe der eindringenden mässigen Winterkälte etwas abgekühlt. Die erzielte Abkühlung betrug etwa 2° C. Begonnen am 10. December 1895, geimpft um $9^1/_2$ Uhr Vormittags, belichtet von 10 Uhr ab.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 18,7°, D. 18,7°; 11 U. H. 19,1°, D. 19,0°: 12 U. H. 19,8°, D. 19,8°; 1 U. H. 20,2°, D. 20,2°; 2 U. 21,0°, D. 21,0°; 3 U. H. 21,1°, D. 21,0°; 4 U. H. 20,8°, D. 20,9°; beendet um 5 U. H. 21,6°, D. 21,6°.

Die Zelltheilung war bemerkenswerth regelmässig vor sich gegangen, nur sehr wenige Zellen waren überhaupt zurückgeblieben.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 42 Zählungen	4,02	1. Mittel aus 69 Zählungen	4,2
2. „ „ 132 „	4,13	2. „ „ 104 „	4,1
3. „ „ 61 „	4,00	3. „ „ 48 „	4,2
	12,15		12,5
Mittel: 4,05		Mittel: 4,12	

Versuch 6.

Gleichzeitig mit Versuch 5 begonnen. Beleuchtungswinkel: 20°, bei 50 cm Abstand von der Lichtquelle.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 18,5°, D. 18,5°; 11 U. H. 19°, D. 19°; 12 U. H. 19,7°, D. 19,8°; 1 U. H. 21,0°, D. 21,1°; 2 U. H. 21,0°, D. 21,1°; 3 U. H. 20,8°, D. 20,9°; 4 U. H. 20,8°, D. 20,8°; beendet 5 U. H. 20,9°, D. 20,9°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 103 Zählungen	4.16	1. Mittel aus 121 Zählungen	4,08
2. „ „ 47 „	4,27	2. „ „ 39 „	4,31
3. „ „ 67 „	4,03	3. „ „ 81 „	4,1
	12,46		12,49
Mittel: 4,15		Mittel: 4,16	

Nach siebenstündiger Beleuchtung bei wenig gesteigerter Temperatur waren also wesentliche Unterschiede in der Zelltheilung bei belichteten und verdunkelten Objecten nicht zu bemerken. Auf sämmtlichen Gelatineplatten waren die Einzelzellen in den gebildeten Colonien fast gleichmässig in der Vierzahl vorhanden, nur sehr wenige Colonien hatten

schon zur neuen Sprossung angesetzt, an den Endzellen beginnend. Diese beiden Versuche wurden gelegentlich mit neuem Material wiederholt und ergaben ein im Wesentlichen übereinstimmendes Resultat.

Versuch 7.

Es sollte geprüft werden, ob bei längerer Belichtung, aber niedriger Temperatur, letztere wiederum durch Oeffnen des Fensters hergestellt, ein Einfluss auf die Zelltheilung festzustellen ist. Die Versuche fanden während der Nachtzeit statt.

Begonnen am 17. December 1895, Abends 8 Uhr.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 18,6°, D. 18.6°; 9 U. H. 10,2°, D. 10,2°; 10 U. H. 8,6°, D. 8,6°; 12 U. H. 6,0°, D. 6,0°; 3 U. H. 0,3°, D. 0,3°; Belichtung beendet um 6 U. früh H. 10,0°, D. 10,0° (durch den Maschinenwärter in der Nacht beobachtet). Infolge der Wirkung der Centralheizung stieg die Temperatur während des Weitersprossens von

6 bis 9 Uhr langsam auf 18,7°

in beiden Glaskästen. Culturen durch Formalindämpfe abgetödtet um 9 Uhr Vormittags.

Die erzielten Sprossungen beschränkten sich auf die ersten Anfänge der Zelltheilung und waren auf keiner einzigen Platte zahlreich genug, um sie zu Vergleichen und Schlussfolgerungen verwenden zu können. Aus diesem Grunde wurde bei dem nächstfolgenden Versuch eine etwas höhere Temperatur innegehalten.

Versuch 8.

Begonnen am 18. December 1895, Abends 8 Uhr; die Platten wurden eine halbe Stunde vor der Belichtung geimpft.

Beleuchtungwinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 18,4°, D. 18,4°; 9 U. H. 18,6°, D. 18,7°; 10 U. H. 17,0°, D. 17,0°; 12 U. H. 14,3°, D. 14,4°; 3 U. H. 6,0°, D. 6,0°; 6 U. H. 3,5°, D. 3.5°, Ende der Belichtung (von 10 Uhr ab durch den Maschinenwärter festgestellt); von 6 bis 8 Uhr auf 16,0° gestiegen. Schluss 8 Uhr.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 187 Zählungen	7,75	1. Mittel aus 132 Zählungen	8,1
2. „ „ 229 „	7,40	2. „ „ 231 „	7,45
3. „ „ 260 „	6,41	3. „ „ 200 „	6,40
	21,56		21,95
Mittel:	7.19	Mittel:	7,32

Nach zehnstündigem Belichten und zweistündigem Weitersprossen waren also unter dem belichteten Glaskästchen aus einer Zelle im Mittel 7,19, unter dem Dunkeln 7,32 Zellen hervorgegangen.

Diese geringen Unterschiede im Zahlenergebniss, trotz verhältnissmässig langer Einwirkungsdauer, berechtigen zu der Schlussfolgerung, dass bei niedriger Temperatur, auch bei starker und lang andauernder Belichtung, die Zelltheilungen ziemlich gleichmässig im Hellen wie im Dunkeln stattfinden.

Auf grosse Genauigkeit kann dieser Versuch wegen der Unmöglichkeit, die Temperaturen während der Nacht stets übereinstimmend zu halten, nicht Anspruch erheben, wenn auch die Stellung des belichteten zum dunklen Kästchen schon genau ausprobirt war. In der Folge wurde übrigens festgestellt, dass Temperatur-Differenzen bis zu 2° C., so weit wie hier vom Optimum entfernt, das Zahlenergebniss nicht wesentlich beeinflussen.

Versuch 9.

Begonnen am 28. Januar 1896, Vormittags 10 Uhr.

Da mit höheren Wärmegraden gerechnet werden musste, wurde von jetzt ab der strengflüssige Würze-Agar als Nährmedium verwandt. Die Zusammensetzung dieses Agars war folgende: Gehopfte Würze mit 10 % Gelatine und 1 % Agar kalt angesetzt, nach dem Aufweichen des Agars auf dem Dampfbade bis zur völligen Lösung erwärmt, filtrirt und sterilisirt. Die Hefe war durch Ueberimpfen mittelst Strichcultur an das neue Nährmedium vorher gewöhnt.

Belichtungswinkel 42° bei 65 cm Entfernung von der Lichtquelle.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 18,6°, D. 18,7°; 11 U. H. 20,1°, D. 20,2°; 12 U. H. 22,3°, D. 22,3°; 2 U. H. 22,8°, D. 22,9°; 3 U. H. 23,9°, D. 23,9°; 4 U. H. 23,9°, D. 23,9°; 5 U. H. 23,9°, D. 24,0°; 6 U. H. 24,3°, D. 24,3°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 112 Zählungen	6,27	1. Mittel aus 119 Zählungen	8,36
2. „ „ 143 „	7,84	2. „ „ 132 „	7,07
3. „ „ 144 „	6,14	3. „ „ 147 „	9,25
	20,25		25,38
Mittel:	6,75	Mittel:	8,46

Nach einer Belichtung von acht Stunden waren unter dem belichteten Glaskästchen aus einer Zelle im Mittel 6,75, unter dem dunkeln 8,46 Zellen hervorgegangen.

Bemerkenswerth ist auch die Zusammenstellung über die Art der gebildeten Colonien, da die meisten derselben aus vier, oder Multiplen von vier Einzelzellen bestanden. Die Uebergänge zur nächst höheren Zahl geschehen rasch, so dass Uebergangszahlen verhältnissmässig selten beobachtet wurden.

Es wurden gezählt:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9	10—15	16.	Ueber 16
hell 1:	53	3	1	3	43	2	4	3.	„ 0
dunkel 1:	32	4	3	3	53	3	12	9.	„ 0
hell 2:	36	6	7	2	67	4	12	9.	„ 0
dunkel 2:	40	1	5	2	75	0	4	2.	„ 3
hell 3:	57	8	10	5	54	1	7	2.	„ 0
dunkel 3:	13	4	2	1	83	1	17	24.	„ 2

Versuch 10.

Begonnen gleichzeitig mit dem vorhergehenden Versuch.

Belichtungswinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 18,9°, D. 18,9°; 11 U. H. 19,5°, D. 19,5°; 12 U. H. 20,2°, D, 20,1°; 2 U. H. 23,1°, D. 23,0°; 3 U. H. 23,6°, D. 23,7°; 4 U. H. 23,8°, D. 23,8°; 5 U. H. 23,9°, D. 24,0°; 6 U. H. 24,0°, D. 24,0°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 126 Zählungen	5,2	1. Mittel aus 133 Zählungen	7,24
2. „ „ 95 „	5,92	2. „ „ 152 „	6,86
3. „ „ 162 „	5.42	3. „ „ 168 „	7,77
	16,54		21,87
Mittel:	5,51	Mittel:	7,29

Unter dem belichteten Glaskästchen waren also im Mittel 5,51, im dunklen 7,29 Zellen aus einer Zelle hervorgegangen.

Zusammenstellung der Colonien:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9	10—15	16.	Ueber 16
hell 1:	63	2	9	3	39	0	0	0.	„ 0
dunkel 1:	38	3	4	2	71	2	11	2.	„ 0
hell 2:	45	3	5	5	34	0	3	0.	„ 0
dunkel 2:	49	5	5	4	79	0	7	3.	„ 0
hell 3:	92	8	8	8	45	0	1	0.	„ 0
dunkel 3:	45	2	3	2	96	0	8	12.	„ 0

Bei diesen beiden letzten Versuchen war die Zelltheilung, wie an vielen markirten Einzelzellen beobachtet wurde, so regelmässig vor sich gegangen, dass gleich am nächsten Tage mit Material aus derselben Reinzucht Versuche mit verlängerter Belichtungsdauer angestellt wurden. Die progressiv gesteigerte Sprossung trat hierbei unverkennbar hervor.

Um einen grösseren Unterschied in der Lichtstärke zu erzielen, wurde der Abstand von der Lichtquelle bei dem gleichzeitigen Parallelversuch ebenfalls auf 65 cm gebracht.

Versuch 11.

Begonnen am 29. Januar 1896, Vormittags 9 Uhr. Belichtungswinkel 42° bei 65 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 19,6°, D. 19,6°; 10 U. H. 24,3°, D. 24,3°; 11 U. H. 24,1°, D. 24,0°, 12 U. H. 23,2°, 23,1°; 1 U. H. 23,4°, D. 23,5°; 3 U. H. 23,6°, D. 23,5°; 4 U. H. 23,7°, D. 23,7°; 5 U. H. 23,6°, D. 23,7°; 6 U. H. 24,0°, D. 24,0°; 7 U. H. 24,1°, 24,1°.

Die Zählungen wurden bei grösster Sorgfalt mit Hülfe einer zweiten Person ausgeführt, welche die gefundenen Zahlen notirte.

Vor dem Zählen einer jeden Platte wurde das Merkzeichen entfernt, so dass der Zählende keine Kenntniss hatte, ob die gerade vorliegende Platte eine belichtete oder verdunkelte gewesen war.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 299 Zählungen	9,25	1. Mittel aus 152 Zählungen	14,62
2. „ „ 220 „	9,35	2. „ „ 264 „	15,8
3. „ „ 219 „	9,33	3. „ „ 231 „	16,69
	27,93		47,11
Mittel: 9,31		Mittel: 15,7	

Der retardirende Einfluss des intensiven Lichtes zeigte sich auffällig. Nach zehnstündiger Belichtung waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 9,31, im Dunklen 15,7 Zellen hervorgegangen:

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9	10—15	16.	Ueber 16
hell 1:	24	26	28	28	68	42	63	13.	„ 7
dunkel 1:	3	0	1	0	24	7	16	70.	„ 31
hell 2:	34	5	14	9	69	13	52	18.	„ 6
dunkel 2:	0	0	0	4	36	7	43	58.	„ 116
hell 3:	30	5	14	14	77	6	49	20.	„ 4
dunkel 3:	0	0	3	0	12	6	18	76.	„ 115

Versuch 12.

Begonnen gleichzeitig mit dem vorhergehenden Versuch. Belichtungswinkel 20° bei 65 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 19,6°, D. 19,6°; 10 U. H. 22,0°, D. 22,1°; 11 U. H. 22,4°, D. 22,4°; 12 U. H. 23,8°, D. 23,8°; 1 U. H. 23,4°, D. 23,4°; 3 U. H. 23,5°, D. 23,6°; 4 U. H. 24,0°, D. 23,9°; 5 U. H. 24,2°, D. 24,2°; 6 U. H. 23,9°, D. 23,8°; 7 U. H. 23,2°, D. 23,2°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 280 Zählungen	6,88	1. Mittel aus 180 Zählungen	9,23
2. „ „ 140 „	7,56	2. „ „ 210 „	8,82
3. „ „ 229 „	7,00	3. „ „ 261 „	10,3
	21,44		28,35
Mittel:	7,15	Mittel:	9,45

Es waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 7,15, im Dunklen 9,45 Zellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9	10—15	16.	Ueber 16
hell 1:	84	17	24	16	89	9	36	4.	„ 1
dunkel 1:	15	8	12	5	70	2	22	25.	„ 21
hell 2:	20	8	18	4	67	6	14	3.	„ 0
dunkel 2:	12	2	14	5	42	0	26	72.	„ 37
hell 3:	69	14	29	12	71	12	18	4.	„ 0
dunkel 3:	22	10	26	8	82	10	42	54.	„ 7

Es sollte noch der Versuch angestellt werden, ob nicht durch Anwendung der gesammten Lichtintensität noch grössere Zahlenunterschiede bei der Zelltheilung erreicht werden könnten. Zu diesem Zweck wurden die zum Schutz gegen das Uebermass der Wärmestrahlen vor die Objecte gestellten parallelwandigen Glasgefässe in der Zeit, wo erfahrungsgemäss die ersten Sprossungen ansetzten, für zwei Stunden entfernt.

Bei Versuch 13 wurden die Objecte erst nach einstündigem Aufbewahren im dunstgesättigten Raum bei zerstreutem Tageslicht der künstlichen Lichtquelle exponirt, also im Ganzen nur 9 Stunden belichtet.

Bei Versuch 14 geschah zehnstündige Belichtung, doch konnte, da die Objecte 50 cm von der Licht-

quelle entfernt aufgestellt waren, die Einwirkung der höchsten Lichtintensität ohne Wärmeschutz für zwei Stunden nicht ununterbrochen durchgeführt werden, da eine hochgradige Erwärmung eintrat. Doch wurde in Zwischenräumen ein zweistündiges Einwirken der höchsten Lichtintensität wie bei Versuch 14 erreicht.

Versuch 13.

Begonnen am 10. Februar 1896, Vormittags 8 Uhr.

Belichtungswinkel 42° bei 65 cm Abstand von der Lichtquelle.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 18,0°, D. 18,0°; belichtet um 9 U. H. 18,0°, D. 18,0°; 10 U. H. 21,0°, D. 21,1°; parallelwandige Glasgefässe entfernt, 11 U. H. 25,0°, D. 24,9°; 12 U. H. 25,5°, D. 25,6°; Glasgefässe wieder vorgesetzt, 1 U. H. 24,6°, D. 24,5°; 2 U. H. 24,2°, D. 24,1°; 3 U. H. 23,8°, D. 23,9°; 4 U. H. 23,0°, D. 23,0°; 5 U. H. 24,0°, D. 23,9°; 6 U. H. 24,1°, D. 24,1°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 185 Zählungen	8,1	1. Mittel aus 208 Zählungen	14,1
2. „ „ 207 „	9,3	2. „ „ 173 „	12,8
3. „ „ 102 „	8,4	3. „ „ 186 „	11,1
	25,8		38,0
Mittel:	8,6	Mittel:	12,7

Es waren im Licht aus einer Zelle 8,6, im Dunklen 12,7 Zellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	39	6	10	14	75	32	9.	„ 0
dunkel 1:	4	3	2	6	51	25	80.	„ 37
hell 2:	30	1	13	2	78	60	21.	„ 2
dunkel 2:	4	0	4	2	44	43	60.	„ 16
hell 3:	20	2	8	0	43	23	6,	„ 0
Dunkel 3:	17	9	0	3	67	35	44.	„ 12

Versuch 14.

Begonnen gleichzeitig mit dem vorhergehenden Versuch. Belichtungswinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 18,1°, D. 18,1°; 10 U. H. 20,3°, D. 20,4°; Glasgefässe entfernt, 10 U. 45 M. H. 26,5, D. 26,5°; Glasgefässe wieder vorgesetzt, 11 U. H. 23,1°, D. 22,2°; 11 U. H. 24,6°, D. 24,7°; 12 U. H. 24,8°, D. 24,8°; Glasgefässe entfernt, 12 U. 45 M. H. 26,4°, D. 26,3°; Glasgefässe vorgesetzt, 1 U. H. 25,0°, D. 25,1°; 2 U. H. 25,2°, D. 25,3°; Glasgefässe entfernt, 2 U. 30 M. H. 26,7°, D. 26,7°; Glasgefässe wieder vorgesetzt, 3 U. H. 24,2°; D. 24,2°; 4 U. H. 23,8°, D. 23,7°; 5 U. H. 23,9°, D. 23,8°; 6 U. H. 23,8°, D. 23,8°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 66 Zählungen	6,05	1. Mittel aus 230 Zählungen	11,5
2. „ „ 126 „	7,1	2. „ „ 111 „	14,05
3. „ „ 140 „	7,03	3. „ „ 231 „	10,7
	20,18		36,25
Mittel:	6,73	Mittel:	12,8

Es waren im Licht aus einer Zelle 6,73, im Dunkeln 12,08 Zellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber	16
hell 1:	25	9	11	4	12	4	1.	„	0
dunkel 1:	18	1	4	1	66	73	50.	„	17
hell 2:	31	12	23	8	26	24	2.	„	0
dunkel 2:	1	0	0	0	25	21	48.	„	16
hell 3:	31	0	14	6	58	24	6.	„	1
dunkel 3:	26	5	11	6	64	66	36.	„	17

Die Versuche auf eine längere Belichtungsdauer auszudehnen war unmöglich, da die Einzelzellen der entstandenen Sprosscolonien schon bei zehnstündiger Belichtung so zahlreich waren, dass eine zahlenmässig völlig genaue Feststellung der Zelltheilung sehr schwierig, ja in einzelnen Fällen unmöglich wurde.

Zwar sind einige wenige Colonien, die gleichmässig ausgebreitet sind, bis zur Zahl von 64 Einzelzellen noch gut zu übersehen und bei mehrmaliger Controlle auch genau zu zählen, meist aber wachsen ganze Stränge solcher Grosscolonien unter dem Nährsubstrat fort, so dass ihre Umrisse nur sehr schwer zu erkennen sind. Infolge dessen war eine völlig genaue Zählung fast unmöglich und es konnte sich nur darum handeln, die Zahl und Art der weniger üppig entwickelten Colonien genau festzustellen. So geschah es bei Feststellung des Resultates bei dem nächstfolgenden Versuch.

Durch die Güte des Herrn Dr. Passavant, Directors der Verkehrs-Abtheilung der Berliner Electricitäts-Werke, wurde es mir ermöglicht, die grösste, im Betrieb befindliche Bogenlichtlampe für 20 Ampère Stromstärke benutzen zu können. Die Versuche geschahen an zwei aufeinander folgenden Tagen in den Electricitätswerken. Die Entfernung von der Lichtquelle betrug 1 m, der Belichtungs-

winkel 45°, die Stromstärke wurde durch ein eingeschaltetes Ampèrometer genau festgestellt und während der ganzen Brenndauer innegehalten. Als Schutz gegen das Uebermass der Wärmestrahlen wurden grosse Scheiben von Spiegelglas aufgestellt, hinter denen die Kästchen mit den Agarplatten in der bekannten Weise zur Erzielung einer übereinstimmenden Temperatur vor und rückwärts geschoben wurden. Begonnen 14. Februar, Vormittags 9 Uhr.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 19,0°, D. 19,0°; 10 U. H. 21,6°, D. 21,6°; 11 U. H. 23,5°, D. 23,5°; 12 U. H. 25,0°, D. 25,0°; 1 U. H. 25,4°, D. 25,4°; 3 U. H. 26,1°, D. 26,1°; 4 U. H. 25,5°, D. 25,5°; 6 U. H. 26,1°, D. 26,2°; 7 U. H. 26,2°, D.26,2°.

Zusammenstellung der Zählungen:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	26	10	24	14	81	29	12.	„ 0
dunkel 1:	0	0	0	0	2	13	49.	„ 78
hell 2:	18	2	16	5	74	17	7.	„ 0
dunkel 2:	0	0	0	0	4	15	103.	„ 90
hell 3:	35	4	28	14	75	2	10.	„ 0
dunkel 3:	0	0	0	0	19	4	41.	„ 39

Hierbei ist ganz besonders bemerkenswerth, dass bei den im Dunklen gesprossten Colonien solche mit weniger als acht Einzelheiten überhaupt nicht beobachtet wurden. Die zurückgebliebenen, nicht weiter entwickelten Einzel- und Doppelzellen wurden, wie bei den früheren Versuchen, nicht gezählt.

Um festzustellen, ob der retardirende Einfluss des intensiven Lichtes auf die Zelltheilung auch nach dem Aufhören der Belichtung noch nachwirkt, oder womöglich während des Weitersprossens bei zerstreutem Tageslicht in etwas wieder ausgeglichen wird, wurden die beiden nächstfolgenden Versuche angestellt.

Versuch 17.

Begonnen am 27. Februar 1896, Abends 7 Uhr. Belichtungswinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen. 7 Uhr Abends. H. 18,9°, D. 18,9°; 8 U. H. 20,4°, D. 20,3°; 9 U. H. 21,0°, D. 21,1°; 10 U. H. 23,4°, D. 23,5°; 10 bis 5 U Früh. H. 23,9°, D. 23,9°: Belichtung abgestellt, 6 U. H. 19,0°, 19,0°; beendet 28. Febr. 10 U. Vorm. H. 19,0°, D. 19,0°.

Die Temperaturen wurden von 10 Uhr ab durch die Maschinenwärter beobachtet.

Resultate:

Belichtet			Dunkel		
1. Mittel aus	144 Zählungen	15,8	1. Mittel aus	238 Zählungen	35,00
2. „ „	144 „	22,1	2. „ „	170 „	27,2
3. „ „	288 „	14,37	3. „ „	170 „	24,9
		52,27			87,1
Mittel: 18,09			Mittel: 29,03		

Nach zehnstündiger Belichtung und fünfstündigem Nachsprossen bei zerstreutem Tageslicht und Zimmertemperatur waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 18,09, im Dunklen 29,03 Zellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5—7	8	9—15	16.	Ueber	16
hell 1:	14	9	19	25	18.	„	60
dunkel 1:	2	0	7	16	45.	„	168
hell 2:	1	3	20	25	20.	„	75
dunkel 2:	2	0	4	20	47.	„	97
hell 3:	11	11	56	94	42.	„	84
dunkel 3:	0	1	13	19	46.	„	91

Eine wesentliche Nachwirkung der Belichtung konnte, verglichen mit früheren ähnlichen Versuchen aus diesem Versuch nicht gefolgert werden, noch weniger aber ein Ausgleich der retardirenden Lichtwirkung durch das Weitersprossen.

Versuch 18.

Begonnen am 28. Februar 1896, Abends 9 Uhr.

Beleuchtungswinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. Abends. H. 19,0°, D. 19,0°; 10 U. H. 20,2°, D. 20,2°; 12 U. Nachts. H. 23,4°, D. 23,3°; 3 U. Früh. H. 23,8°, D. 23,8°; 5 U. H. 23,8°, D. 23,8°; Belichtung abgestellt, 5 bis 9 U. Vorm. H. 19,0°, D. 19,0.

Die Temperaturen wurden von 12 Uhr Nachts ab von dem Maschinenwärter beobachtet.

Schluss des Versuches am 29. Februar, Vormittags 9 Uhr.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 120 Zählungen	12,3	1. Mittel aus 210 Zählungen	14,85
2. „ „ 120 „	10,83	2. „ „ 185 „	16,20
3. „ „ 96 „	11,1	3. „ „ 105 „	15,9
	34,23		46,95
Mittel:	11,41	Mittel:	15,65

Nach achtstündiger Belichtung und vierstündigem Nachsprossen bei Zimmertemperatur waren aus einer Zelle im Licht im Mittel 11,41, im Dunklen 15,65 Zellen entstanden.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5—7	8	9—15	16.	Ueber	16
hell 1:	9	18	16	19	12.	„	46
dunkel 1:	0	10	30	32	61.	„	77
hell 2:	5	15	20	17	15.	„	48
dunkel 2:	3	12	27	19	49.	„	75
hell 3:	14	7	24	18	27.	„	6
dunkel 3:	0	9	16	29	34.	„	17

Dieser Versuch entspricht dem vorhergehenden. Auch hier konnte weder eine bemerkbare Nachwirkung des Lichtes, noch ein Ausgleich der retardirenden Wirkung desselben durch das Weitersprossen aus den Resultaten des Versuches gefolgert werden.

Die beiden nächstfolgenden Versuche sollten ermitteln, ob auch eine kurze, besonders intensive Belichtung im Stande ist, das Zurückbleiben einer grösseren Anzahl Zellen nach den ersten Sprossungen zu bewirken. Die Versuche wurden wieder zusammen ausgeführt.

Nach einem misslungenen Versuch einer früheren Reihe, — es hatte nach fünfstündiger Belichtung noch keine einzige Zelle zu sprossen begonnen, — wurden die Glaskästchen, um die an jenem Tage bemerkenswerthe Intensität des Lichtes noch vier Stunden zu benutzen, mit neugeimpften Agarplatten versehen.

Versuch 19.

Begonnen am 20. Januar 1896, Nachmittags 4 Uhr. Die Objecte waren 1 Stunde vorher geimpft und im dunstgesättigten Raum bei 19,0° aufbewahrt.

Beobachtete Temperaturen: 4 Uhr Nachmittags, H. 24,1°, D. 24,1°; 5 U. H. 24,2°, D. 24,2°; 6 U.

Abends. H. 25.0°, D. 25,1°; 7 U. H. 24,9°, D. 24,9°; 8 U. H. 25,4°, D. 25,4°; Belichtung abgestellt, 9 U. Abends. H. 19,0°, D. 19,0°; 21. Januar, 10 U. Vorm. H. 18,6°, D. 18,6°.

Die Objecte waren also vier Stunden belichtet und hatten vierzehn Stunden, meist im Dunkeln, weitergesprosst.

Die so entstandenen Colonien zeichneten sich durch eine bemerkenswerthe Uebersichtlichkeit aus. Colonien zu 32 und 64 Einzelzellen konnten auf das Genaueste gezählt werden, auch mehrere markirte Einzelzellen hatten sich in dieser Weise entwickelt.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5—7	8	9—15	16.	Ueber	16
hell 1:	4	13	59	56	52.	„	22
dunkel 1:	0	1	1	0	9.	„	113
hell 2:	7	8	72	65	44.	„	11
dunkel 2:	0	1	3	10	20.	„	65
hell 3:	0	0	10	17	24.	„	25
dunkel 3:	1	0	0	2	27.	„	125

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass auch bei kurzer, nur vierstündiger Belichtung ein retardirender Einfluss des Lichtes unverkennbar ist, wenn man die Beobachtungsobjecte dem Weitersprossen überlässt.

Der gleichzeitige Parallel-Versuch ergab ein völlig ähnliches Resultat.

Ferner sollte noch untersucht werden, ob Hefezellen, die in völliger Dunkelheit gesprosst sind, sich gegen intensives Licht anders verhalten, als die bisher benutzten, bei zerstreutem Tageslicht entwickelten Zellen. Zur Verwendung kam eine vierzehntägige in völliger Dunkelheit bei Zimmer-

temperatur gezüchtete Reincultur, deren Einzelzellen nicht unbedeutend grösser erschienen als die anderen bei Tageslicht entwickelten Culturen. Auch geschahen die ersten Zelltheilungen etwas später als bei anderen Objecten.

Begonnen am 22. Mai 1896, Vormittags 8 Uhr.

Versuch 20.

Belichtungswinkel 42° bei 65 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 16,0°, D. 16,0°; 9 U. H. 20,4°, D. 20,4°; 10 U. H. 21,5°, D. 21,5°; 11 U. H. 22,0°, D. 22,0°; 12 U. H. 23,6°, D. 23,6°; 1 U. H. 22,3°, D. 22,3°; 2 U. H. 23,0°, D. 23,0°, 3 U. H. 23,3°, D. 23,3°; 4 U. H. 23,0°, D. 23,0°; 5 U. H. 22,5°, D. 22,6°; 6 U. H. 22,8°, D. 22,7°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 180 Zählungen	5,04	1. Mittel aus 160 Zählungen	5,53
2. „ „ 160 „	5,15	2. „ „ 160 „	5,7
3. „ „ 180 „	4,9	3. „ „ 200 „	6,22
	15,09		17,45
Im Mittel:	5,03	Im Mittel:	5,82

aus einer Zelle hervorgegangen.

Da verhältnissmässig viele und zwar gerade die grössten Zellen nur einmal gesprosst hatten und diese sehr leicht von den wenigen als sprossende Doppelzellen übertragenen, dann aber zurückgebliebenen, nicht zur Weiterentwickelung gelangten Doppelzellen unterschieden werden konnten, so wurden diese gut entwickelten Doppelzellen mitgezählt.

Zusammenstellung:

Colonien	zu	2	3	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell	1:	21	3	95	7	11	4	29	3	4.	„ 1
dunkel	1:	9	1	83	4	7	2	50	2	2.	„ 0
hell	2:	11	3	90	2	12	3	30	5	3.	„ 0
dunkel	2:	13	0	77	6	9	1	45	7	3.	„ 0
hell	3:	25	2	95	4	12	2	34	5	1.	„ 0
dunkel	3:	13	0	83	8	11	0	71	7	5.	„ 2

Versuch 21.

Begonnen gleichzeitig mit dem vorhergehenden Versuche.

Beleuchtungswinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 16,0°, D. 16,0°; 9 U. H. 20,8°, D. 20,8°; 10 U. H. 22,8°, D. 22,8°; 11 U. H. 23,5°, D. 23,5°; 12 U. H. 24,1°, D. 24,0°; 1 U. H. 25,2°, D. 25,3°; 2 U. H. 25,1°, D. 25,1°; 3 U. H. 24,2°, D. 24,1°; 4 U. H. 23,8°, D. 23,9°; 5 U. H. 23,6°, D. 23,6°; 6 U. H. 23,0°, D. 23,1°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 179 Zählungen	4,9	1. Mittel aus 180 Zählungen	7.11
2. „ „ 160 „	6,6	2. „ „ 180 „	8,73
3. „ „ 180 „	4,09	3. „ „ 180 „	6,07
	15,59		21,91
Im Mittel:	5,20	Im Mittel:	7,30

aus einer Zelle hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien	zu	2	3	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell	1:	28	0	101	4	4	0	35	6	1.	„ 0
dunkel	1:	5	3	62	5	8	1	69	14	7.	„ 4
hell	2:	3	3	57	3	13	0	67	10	4.	„ 0

Colonien zu	2	3	4	5	6	7	8	9–15	16.	Ueber 16
dunkel 2:	6	0	36	1	10	0	75	22	25.	„ 4
hell 3:	41	5	81	6	11	2	17	3	2.	„ 2
dunkel 3:	17	1	72	0	3	3	73	8	3.	„ 0

Die erwartete, noch mehr gesteigerte Retardirung der Zelltheilung dieser, in völliger Dunkelheit gezüchteten Hefezellen, bei Einwirkung intensiven Lichtes, war nicht eingetreten. Bewerkenswerth war nur die wesentlich langsamere Entwickelung der Colonien aus solchen Hefezellen, verglichen mit anderen, im Tageslicht gezüchteten.

Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Zelltheilung bei Saccharomyces Cerevisiae unter Benutzung der natürlichen Lichtquelle.

Es erschien unumgänglich nothwendig, auch die Wirkung der natürlichen Lichtquelle, der Sonne, auf die Zelltheilung von Saccharomyces festzustellen. Die Sonne ist ja die intensivste Lichtquelle, die zur Verfügung steht; leider aber ist sie, vor Allem im Winter, nicht constant genug, um mit ihr Versuche von längerer Dauer anstellen zu können.

Ausserdem ist es bekannt, dass Zellen, im Brennpunkt einer Linse dem Sonnenlicht ausgesetzt, auch unter Ausschluss der Wärme sehr bald getödtet werden. Pringsheim hat über diese Thatsache in seinen Jahrbüchern Band XII sehr eingehend berichtet und durch die bei Licht gesteigerte Affinität des Sauerstoffs zum Zellinhalt, also durch die chemische Wirkung der Oxydation erklärt. Auch hatte er festgestellt, dass es nur die stärker brechbaren Zahlen des Spectrums sind, welche diese Wirkung hervorrufen.

Bei den angestellten Versuchen über die Wirkung des Sonnenlichtes wurden die Agarplatten in Petrischälchen exponirt. Das eine der Schälchen war mehrfach mit einem dauerhaften schwarzen Lack überzogen, das andere war lichtdurchlässig.

Zur Herstellung der nothwendigen Dunstsättigung wurde der Boden jedes Schälchens mit einem kreis-

rund ausgeschnittenen, befeuchteten Stück Fliesspapier bedeckt. Ferner wurde in jedes Schälchen ein kleines Thermometer zur Controlle der Temperatur hineingelegt. Dann wurden die Schälchen in einem viereckigen, mit einem Ausguss versehenen Porzellanbecken, einer sog. Fixirbadschale, wie sie zu photographischen Zwecken dient, auf einen festen Untersatz gebracht und in Wasser so tief eingetaucht, dass dieses bis fast an den Deckel des Petrischälchens reichte. Durch Zufügen kühlen Wassers, so oft es nöthig war, wurde erreicht, dass die Temperatur in den Schälchen 26° C. nie überschritt.

Bei dem ersten derartigen Versuch am 19. März 1896 war die Sonne nicht sehr hell und die Insolation durch Bewölkung öfters für kurze Zeit unterbrochen.

Zur Beobachtung dienten etwa zwanzig markirte Zellen auf jeder Agarplatte, aus Colonien, die bisher bei anderen Versuchen sehr gute Sprossresultate gegeben hatten. Die eine Platte kam in das verdunkelte, die andere in das durchsichtige Schälchen, beide wurden dann der Besonnug ausgesetzt.

Die Temperatur betrug bei Beginn des Versuches um 10 Uhr Vormittags 16° C., sie stieg sehr bald auf 21° C. und später auf 25° C. in der Sonne, ein weiteres Steigen wurde dann aber immer durch Zufügen kalten Wassers verhindert. Nach vierstündiger Insolation wurde wegen Verschwindens der Sonne der Versuch beendet und die Zellen nun im zerstreuten Tageslicht bei 17,5° C. der Sprossung überlassen.

Beide Objecte wurden sowohl während der Insolation, als auch später in Zwischenräumen von zwei Stunden regelmässig beobachtet. Die meisten der im Dunklen gehaltenen Zellen entwickelten sich ganz normal, die besonnten blieben völlig zurück.

Abends 10 Uhr, zwölf Stunden nach Uebertragung der Zellen auf das Nährmedium, hatte fast jede der im Dunklen gebliebenen Zellen Colonien von acht Einzelzellen gebildet. Ausser zwei schon mit sprossender Tochterzelle übertragenen waren nur wenige kleine Zellen zurückgeblieben, welche sich im Laufe des nächsten Tages noch erholten und weitersprossten. Von den besonnten Zellen zeigten um dieselbe Zeit, zwölf Stunden nach der Uebertragung, nur drei die ersten Anfänge der Zelltheilung in Gestalt kleiner Praetuberanzen und entwickelten sich während der Nacht langsam weiter.

Am folgenden Morgen waren diese Sprosscolonien erst in der Vierzahl, während die aus dem verdunkelten Schälchen die Zahl von 16 Einzelzellen schon überschritten hatten. Noch zwei andere insolirte Zellen zeigten jetzt die ersten Tochterzellen und sprossten langsam weiter, die Colonien beschleunigten aber ihre Entwickelung nicht wesentlich im Laufe des Tages.

Am 26. März konnte der Versuch wiederholt werden. Da die Bewölkung die Insolation an diesem Tage noch häufiger unterbrach, als am 19., wurde sie auf sechs Stunden ausgedehnt. Die Temperatur stieg bei nicht sehr hellem Sonnenschein nur für kurze Zeit annähernd auf die gleiche Höhe, wie bei dem vorigen Versuche und war während der Dauer dieses Versuches grossen Schwankungen unterworfen.

Festgestellt wurden folgende Temperaturen: 10 U. 15,5° C.; 11 U. 24,8° C.; 12 U. 19,0° C.; 2 U. 17,6° C.; 4 U. 17,0° C.

Das Kühlwasser brauchte nur selten erneuert zu werden. Um 4 Uhr wurde mit dem Verschwinden der Sonne der Versuch beendet und die Objecte wieder dem Weitersprossen bei 17,5° C. überlassen.

Abends um 10 Uhr, also nach zwölf Stunden, war von den Zellen im hellen Schälchen nicht eine einzige weiter entwickelt, die Colonien in dem dunklen Schälchen waren meist in der Vierzahl.

Am folgenden Morgen um 10 Uhr zeigte sich, dass die Zellen im hellen Schälchen sich zur Hälfte erholt hatten, während die übrigen Zellen völlig unverändert dalagen. Erstere hatten jetzt meist Colonien zu vier Einzelzellen gebildet, 2 von 20 markirten Zellen zeigten schon Colonien von acht Einzelzellen.

Von den Colonien, die im Dunklen gehalten waren, zählte keine einzige unter 16 Zellen, nur drei Zellen waren, freilich von Anfang an, zurückgeblieben.

Am 7. April wurde ein dritter Versuch unter ähnlichen Besonnungsverhältnissen ausgeführt und ergab ein im Wesentlichen ähnliches Resultat.

Die vielfachen späteren, in den Monaten Mai und Juni bei hellem Sonnenschein ausgeführten Versuche hatten stets das Resultat, dass nach mehrstündiger heller Besonnung bei einer Temperatur, die das Optimum nicht überschritt, die Hefezellen völlig abgetödtet waren und sich nicht wieder erholten, wie bei unterbrochener schwacher Besonnung. Die im Dunklen gehaltenen Zellen hatten sich stets der Temperatur entsprechend vermehrt.

Die besonnten und die im Dunklen gehaltenen Zellen zeigten mikroskopisch wesentliche Verschiedenheiten. Während die im Dunklen gezogenen, sämmtlich das Aussehen gesunder Hefezellen hatten, waren die besonnten geschrumpft und zeigten unregelmässige Umrisse. Kugelrunde Vacuolen waren nicht mehr vorhanden, das Plasma hatte sich zu einigen unregelmässigen Klumpen zusammengeballt, die meist an den Polen der Zelle lagen.

Selbst im zerstreuten Tageslicht von einiger Helligkeit sind die belichteten Objecte in der Zelltheilung um ein Geringes im Nachtheil, wenn die Temperatur gleichzeitig etwas hoch ist, wie folgender Versuch zeigt.

Am 1. Juni 1896, einem sehr sonnigen und warmen Tage, wurden in dem glasüberdeckten Gewächshause des botanischen Instituts die Beobachtungsobjecte unter den beschriebenen hellen und verdunkelten Glaskästchen so untergebracht, dass sie das Tageslicht durch die offene Thür erhielten, nicht aber von einem Sonnenstrahl getroffen werden konnten.

Beginn 11 Uhr Vormittags.

Beobachtete Temperaturen: 11 U. H. 22,0°, D. 22,0°: 12 U. H. 27.0°, D. 27,0°; 1 U. H. 27,0°, D. 27,0°; 2 U. H. 26,5°, D. 26.5°; 3 U. H. 26.2°, D. 26,2°: 4 U. H. 26,3°, D. 26,3°; 5 U. H. 25,5°, D. 25,5°; 8 U. H. 23,0°, D. 23,0° (bei beginnender Dämmerung); 9 U. H. 20,0°, D. 20,0°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 160 Zählungen	6.9	1. Mittel aus 180 Zählungen	8,2
2. „ „ 160 „	7,7	2. „ „ 180 „	8,07
3. „ „ 180 „	8,05	3. „ „ 180 „	7,9
	22.65		24,17
Mittel:	7,55	Mittel:	8,06

Es waren im zerstreuten Tageslicht aus einer Zelle im Mittel 7,55, im Dunklen 8.06 Zellen hervorgegangen.

Am 8. Juni wurde der Versuch, dieses Mal mit achtstündiger Einwirkungsdauer wiederholt.

Beginn 10 Uhr Vormittags.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 22,5°, D. 22,5°; 11 U. H. 27,6°, D. 27,6°; 12 U. H. 26,5°, D. 26,5°; 1 U. H. 26,4°, D. 26,4°; 2 U. H. 27,1°, D. 27,1°; 3 U. H. 26,5°, D. 26,5°; 4 U. H. 26,0°, D. 26,0°; 5 U. H. 25,5°, D. 25,5°; 6 U. H. 24,0°, D. 24,0°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 171 Zählungen	4,8	1. Mittel aus 180 Zählungen	5,95
2. „ „ 152 „	5,29	2. „ „ 160 „	6,16
3. „ „ 171 „	5,04	3. „ „ 180 „	5,48
	15,13		17,59
Mittel:	5,05	Mittel:	5,83

Nach achtstündiger Einwirkungsdauer waren aus einer Zelle im zerstreuten Tageslicht im Mittel 5,05, im Dunklen 5,83 Zellen hervorgegangen.

Die Versuche über den Einfluss des intensiven Lichtes wurden nicht auf Saccharomyces cerevisiae beschränkt, sondern auch auf andere wichtige Hefen ausgedehnt.

Es wurden Vertreter folgender Arten in den Bereich der Untersuchungen gezogen:

1. Kahmhefen und zwar Mycoderma cerevisiae Nr. 101 (P. Lindner) und eine andere, nicht näher bestimmte langfädige Form;
2. Saccharomyces Pastorianus I als Hauptvertreter der schädlichen wilden Hefen;
3. Torula, zwei Arten.

Kahmhefen.

Unter dem Sammelnamen Mycoderma cerevisiae werden Hefen zusammengefasst, deren hervorragendstes Merkmal das frühzeitige Bilden einer Kahmhaut auf flüssigen Nährmedien ist. Eine solche charakteristische Kahmhaut bildete sich von selbst auf einem kleinen Becherglas voll Würze, welches während einiger warmen Tage in der Ecke eines Laboratoriumsfensters gestanden hatte. Es war ein Gemisch von allerlei Hefen. Ausser Torulaarten und einer wurstförmig gekrümmten, an Saccharomyces Pastorianus erinnernden Form, die weniger häufig darin vertreten war, zeigten sich hauptsächlich zwei Mycoderma-Arten, die sich bei Culturversuchen auf Würze als ausgeprägte Kahmhefen erwiesen. Es war zunächst eine langgestreckte, fädige Art, die sich wegen der ausserordentlich ungleichen Grösse der Sprosszellen zu Zählversuchen gar nicht eignete und deren Sprossresultate höchstens durch Messungen hätten festgestellt werden können, dann aber noch eine andere Art von gleichmässiger Grösse der Zellen. Diese waren zierlich, schmal, fast parallelwandig und bedeutend kleiner, als die Zellen von Saccharomyces cerevisiae. Sie vermehrte sich rasch auf Würze zu einer gleichmässigen, wenig gefalteten Kahmhaut, auf Würzegelatine zu nicht sehr charakteristischen, schwach gekräuselten Riesencolonien, zeigte überhaupt alle Eigenschaften der von P. Lindner[1]) unter Nr. 101 beschriebenen Kahmhefe.

---

[1]) Dr. P. Lindner, Mikroskopische Betriebscontrolle in dem Gährungsgewerbe, S. 213.

Um völlig sicher zu gehen, wurden aus ihr, nach der bei Saccharomyces cerevisiae beschriebenen, modificirten Hansen'schen Methode, mit Hülfe von Einzelzellen Reinculturen auf Würzegelatine und Würzeagar hergestellt, welche sich augenscheinlich etwas rascher entwickelten, als andere Hefen.

Es war nicht unberechtigt anzunehmen, dass sich Kahmhefen etwas anders verhalten würden, als Saccharomyces cerevisiae.

Das hochgradige Bedürfniss nach Sauerstoff, welches während des Gährens die Zellen an die Oberfläche der Gährflüssigkeit treten lässt, ferner Verschiedenheiten in Ernährungs-physiologischer Hinsicht, die von Beyerinck experimentell festgestellt wurden, vor Allem die Fähigkeit, Ammonsalze leicht zu assimiliren, Nitrate und Nitrite aber nicht zu vertragen, unterscheiden sie wesentlich von Saccharomyces.

Versuch 1.

Es sollte zunächt geprüft werden, ob die makroskopisch festgestellte, etwas raschere Entwickelung der Reinzuchtcolonien der Kahmhefe Nr. 101, verglichen mit den Colonien von Saccharomyces-Arten, auch an der Entwickelung von Einzelzellen wahrzunehmen sei. Möglicherweise konnte sich auch schon eine Ungleichheit in der Zelltheilung bei belichteten und im Dunkeln gehaltenen Objecten bemerkbar machen. Zu diesen Versuchen wurde wieder die Siemens'sche Bogenlichtlampe benutzt.

Begonnen am 18. November 1895, Vormittags 10 Uhr. Belichtungswinkel von 20°, Abstand 50 cm

von der Lichtquelle, deren Intensität durch einen reflectirenden Planspiegel etwas erhöht war.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 18,6°, D. 18,7°; 11 U. H. 19,8°, D. 19,8°; 12 U. H. 20,9°, D. 20,8°; 1 U. H. 22,1°, D. 22,2°; 2 U. H. 22,5°, D. 22,5°; 3 U. H. 23,1°, D. 23,2°; 4 U. H. 23,4°, D. 23,3°; 5 U. H. 23,6°, D. 23,6°.

Resultate.

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 105 Zählungen	4,13	1. Mittel aus 112 Zählungen	4,48
2. „ „ 110 „	4,4	2. „ „ 109 „	4,25
3. „ „ 78 „	4,16	3. „ „ 25 „	4,08
	12,69		12,81
Mittel: 4,23		Mittel: 4,27	

Nach siebenstündiger Belichtung waren also im Licht aus einer Zelle 4,23, im Dunklen 4,27 Zellen im Mittel hervorgegangen.

Wesentliche Verschiedenheiten in der Zelltheilung konnten, im Vergleich mit den entsprechenden Versuchen 5 und 6 mit Saccharomyces, hierbei nicht festgestellt werden.

Versuch 2.

Begonnen am 19. November 1895, Vormittags 10 Uhr. Belichtungswinkel, Abstand und Intensität wie bei dem vorigen Versuch.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 18,8°, D. 18,8°; 11 U. H. 19,9°, D. 19,9°; 12 U. H. 20,8°, D. 20,9°; 1 U. H. 22,0°, D. 22,0°; 2 U. H. 22,6°, D. 22,6°; 3 U. H. 23,1°, D. 23,2°; 4 U. H. 23,9°, D. 23,8°; 5 U. H. 24,1°, D. 24,0°; 6 U. H. 24,5°, D. 24,6°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 74 Zählungen	5,68	1. Mittel aus 121 Zählungen	6,42
2. „ „ 103 „	6,13	2. „ „ 63 „	6,7
3. „ „ 96 „	4,97	3. „ „ 144 „	5,98
	16,78		19,10
Mittel: 5,6		Mittel: 6,37	

Nach achtstündiger Belichtung waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 5,6, im Dunkeln 6,37 Zellen hervorgegangen.

Versuch 3.

Begonnen am 9. Januar 1896, Vormittags 9 Uhr. Belichtungswinkel 42°, Abstand von der Lichtquelle 65 cm.

Entsprechend den Versuchen bei Saccharomyces sollte geprüft werden, ob bei der benutzten Kahmhefe das Temperatur-Optimum, wie es für manche Kahmhefen charakteristisch ist, unter 17,5° C. liegt. Zu diesem Zweck wurden die Fenster des Arbeitsraumes theilweise geöffnet und so ein Ausgleich mit der draussen herrschenden kühlen Temperatur ermöglicht. Belichtung sehr häufig unterbrochen.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 18,4°, D. 18,8°; 10 U. H. 15,5°, D. 15,5°; 11 U. H. 13,2°, D. 13,2°; 12 U. H. 14,8°, D. 14,7°; 1 U. H. 15,1°, D. 15,1°; 2 U. H. 13,6°, D. 13,6°; 3 U. H. 15,2°, D. 15,2°; 4 U. H. 18,8°, D. 18,7°; 5 U. H. 18,5°, D. 19,6°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 122 Zählungen	6.4	1. Mittel aus 123 Zählungen	7.47
2. „ „ 169 „	5,67	2. „ „ 121 „	6,83
3. „ „ 171 „	6,39	3. „ „ 190 „	4,86
	18,46		20,16
Mittel: 6,15		Mittel: 6,72	

Versuch 4.

Begonnen gleichzeitig mit dem vorhergehenden Versuch. Belichtungswinkel 20° bei 50 cm Abstand.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. H. 18,6°, D. 18,6°; 10 U. H. 16,2°, D. 16,2°; 11 U. H. 13,0°, D. 13,1°; 12 U. H. 15,1°, D. 15,2°; 1 U. H. 15,6°, D. 15,6°; 2 U. H. 14,4°, D. 14,3°; 3 U. H. 15,9°, D 15 9°; 4 U. H. 18,6°, D. 18,6°; 5 U. H. 18,9°, D. 18,9°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 225 Zählungen	6,13	1. Mittel aus 242 Zählungen	6.64
2. „ „ 180 „	5,33	2. „ „ 194 „	6,04
3. „ „ 90 „	5,89	3. „ „ 187 „	5,92
	17,25		18,60
Mittel: 5,75		Mittel: 6,20	

Bei Versuch 3 waren nach achtstündiger, nicht sehr intensiver Belichtung aus einer Zelle im Mittel 6,15, im Dunklen 6,72 Zellen, bei Versuch 4 belichtet im Mittel 5,75, im Dunklen 6,20 Zellen hervorgegangen.

Aus diesen geringen Unterschieden im Zahlenergebniss geht hervor, dass bei diesen niedrigeren Temperaturen und unterbrochener Belichtung ein wesentlicher Einfluss des Lichtes nicht stattfindet.

Versuch 5.

Begonnen am 6. März 1896, Vormittags 10 Uhr. Belichtungswinkel 42°, bei 65 cm Abstand von der Lichtquelle.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 19,2°, D. 19,2°; 11 U. H. 24,3°, D. 24,4°; 12 U. H. 25,8°, D. 25,7°;

1 U. H. 26,3°, D. 26,4°; 2 U. H. 26,7°, D. 26,6°; 3 U. H. 26,5°, D. 26,5°; 5 U. H. 26,4°, D. 26,4°; 6 U. H. 26,9°, D. 27,0°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 131 Zählungen	8,3	1. Mittel aus 99 Zählungen	13,5
2. „ „ 64 „	9,31	2. „ „ 89 „	10,9
3. „ „ 99 „	8,63	3. „ „ 130 „	11,6
	26,25		36,0
Mittel:	8,75	Mittel:	12,0

Aus einer Zelle waren im Licht im Mittel 8,75, im Dunklen 12,0 Zellen hervorgegangen.

Versuch 6.

Begonnen gleichzeitig mit dem vorhergehenden Versuch. Belichtungswinkel 20°, Abstand 60 cm.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 19,0°, D. 19,0°; 11 U. H. 24,1°, D. 24,2°; 12 U. H. 25,3°, D. 25,3°; 1 U. H. 24,5°, D. 24.6°; 2 U. H. 25,0°, D. 25,1°; 3 U. H. 25,3°, D. 25,2°; 5 U. H. 24,9°, D. 24,8°; 6 U. H. 25,3°, D. 25,3°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 136 Zählungen	5,93	1. Mittel aus 165 Zählungen	8,72
2. „ „ 68 „	7,18	2. „ „ 170 „	8,4
3. „ „ 24 „	6,33	3. „ „ 170 „	9,32
	19,44		26,44
Mittel:	6,48	Mittel:	8,81

Nach achtstündiger Belichtung waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 6,48, im Dunklen 8,81 Zellen hervorgegangen.

Uebereinstimmend mit Saccharomyces cerevisiae bestehen auch bei Mycoderma cerevisiae die gebildeten Colonien meist aus vier, oder Multiplen von vier Einzelzellen. Uebergangszahlen sind selten, die Verdoppelung der Zellenzahl muss also verhältnissmässig rasch vor sich gehen. Aus folgenden Zusammensstellungen der Resultate nach Art der Colonien geht das hervor.

Es wurden gezählt bei Versuch 5:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	42	2	14	1	37	13	21.	„ 1
dunkel 1:	10	0	8	0	32	13	16.	„ 20
hell 2:	12	2	4	3	18	12	11.	„ 2
dunkel 2:	13	2	0	1	36	7	25.	„ 5
hell 3:	28	2	5	2	35	15	11.	„ 1
dunkel 3:	12	2	8	3	43	19	31.	„ 12

Bei Versuch 6 wurden gezählt:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	65	41	17	3	33	4	3.	„ 0
dunkel 1:	42	7	8	6	55	22	22.	„ 3
hell 2:	29	1	9	0	16	7	6.	„ 0
dunkel 2:	55	12	11	0	52	14	16.	„ 10
hell 3:	10	3	0	1	8	1	1.	„ 0
dunkel 3:	39	7	8	4	63	21	22.	„ 6

Versuch 7.

Es sollte nun auch, entsprechend den Versuchen mit Saccharomyces cerevisiae die Wirkung einer zehnstündigen Belichtungsdauer auf die Zelltheilung bei Mycoderma cerevisiae festgestellt werden.

Der Versuch wurde begonnen am 12. Mai 1896, Vormittags 8 Uhr.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 19,1°, D. 19,1°; 9 U. H. 21,5°, D. 21,5°: 10 U. H. 22,0°,

D. 22,1°; 11 U. H. 22,5°, D. 22,4°; 12 U. H. 22,5°, D. 22,5°; 1 U. H. 22,9°, D. 22,9°; 2 U. H. 23,0°, D. 13,0°; 3 U. H. 23,4°, D. 23,4°; 4 U. H. 23,6°, D. 23,6°; 5 U. H. 24,1°, D. 24,2°; 6 U. H. 24,0°, D. 24,0°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 105 Zählungen	11,7	1. Mittel aus 148 Zählungen	14,2
2. „ „ 80 „	10,5	2. „ „ 70 „	13,8
3. „ „ 93 „	12,8	3. „ „ 127 „	14,8
	35,0		42,8
Mittel: 11,66		Mittel: 14,27	

Es waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 11,66, im Dunklen 14,27 Zellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	17	4	2	3	38	10	20.	„ 13
dunkel 1:	21	2	6	4	61	13	13	„ 38
hell 2:	23	2	4	2	22	7	8.	„ 12
dunkel 2:	8	2	2	0	24	6	17.	„ 11
hell 3:	14	5	4	3	12	6	36.	„ 13
dunkel 3:	9	3	2	0	34	22	30.	„ 27

In völliger Uebereinstimmung mit den Resultaten der Versuche bei Saccharomyces cerevisiae hängt auch bei Mycoderma cerevisiae sowohl die Zahl der gebildeten Zellen, wie diese Versuche zeigen, als auch die, den retardirenden Einfluss des intensiven Lichtes kennzeichnenden, grossen Verschiedenheiten im Zahlenergebniss auf den ersten Blick wesentlich von der Temperatur ab. Diese richtet sich, abgesehen von der Luftwärme, nach der Intensität des Lichtes, welche wiederum durch die schwankende

Stromstärke und vor allem durch die Beschaffenheit der Kohlenstäbe beeinflusst wird.

Gleichzeitig mit dem letztaufgeführten Versuche wurde trotz früherer Misserfolge noch einmal die langfädige Form von Mycoderma cerevisiae nach zehnstündiger Belichtung in den Bereich der Untersuchung gezogen.

Das Ergebniss war nach der Zahl der erfolgten Zelltheilungen kein massgebendes, vorgenommene Messungen aber berechtigen zu der Annahme, dass intensives Licht die Länge der Einzelzellen und damit die Gesammtlänge aller Fäden einer Sprosscolonie nicht unbedeutend herabsetzt. Leider liessen sich die Messungen wegen der häufig bizarren Verzweigungen der Sprosscolonien nur auf eine beschränkte Anzahl ausdehnen.

Saccharomyces Pastorianus I.

Dieser Sprosspilz ist nach den Kahmhefen wohl der wichtigste Vertreter der „wilden Hefen" in den Gährungsbetrieben. Er kommt in der Luft der Gährungsräume sehr häufig vor und erzeugt nach Hansen einen unangenehmen Geruch und bitteren Geschmack in dem Biere, wenn er in der Hefe in grösserer Menge vertreten ist. In Weinmost soll er nicht so verderblich wirken.

Die Zellformen sind auch bei Reinkulturen sehr mannigfaltige; wenn auch langgestreckte und vor allem wurstförmige vorherrschen, so kommen doch auch zahlreiche ovale oder runde Zellen vor, die beim Sprossen wieder langgestreckte oder wurstförmige Tochterzellen erzeugen können.

Die Zelltheilung geschieht im Lichte wie im Dunklen, bei Zimmertemperatur wie nahe am

Optimum, viel langsamer und schwerfälliger, auch viel ungleichmässiger als bei den beiden vorhergehenden Hefen. Die Eigenschaft, Riesen- und Zwergzellen zu bilden, machen den Saccharomyces Pastorianus I nahezu ungeeignet zu zahlenmässigen Vergleichungen über den Einfluss des Lichtes auf seine Zelltheilung. Meist bringen die Mutterzellen entgegengesetzt geartete Tochterzellen hervor, eine runde Riesenzelle sprosst an einer langgestreckten und umgekehrt. Ueberschlanke, langgestreckte Mutterzellen, die häufigste Form aus Riesencolonien, erzeugen nach vielstündiger Ruhe solche bizarre runde Sprosszellen. Sehr häufig wurde auch beobachtet, dass sich das Plasma an einer bestimmten Stelle contrahirt und hier die Aufstülpung der Membran erfolgt. Die dadurch gebildete neue Zelle ist dann die eigentliche Mutterzelle der Colonie, aus der ursprünglichen sprosst keine zweite Tochterzelle, von ihr scheint nur die Membran übrig geblieben zu sein.

Wie zahlreiche misslungene Versuche zeigten ist es unmöglich den Pilz in der knappen Zeit einer acht- oder zehnstündigen Einwirkung von Licht und Dunkelheit bei rasch gesteigerter Temperatur zu Zelltheilungen zu bringen, die ausgiebige Zählungen und Vergleiche zulassen. Auch ein Wechsel des Nährmediums, ein Uebergang von Würze-Gelatine und -Agar auf Most-Gelatine und -Agar war erfolglos, wie ebenso ein mehrstündiges Ruhen der übertragenen Zellen auf den Nährplatten bei Zimmertemperatur vor der Belichtung: die Zellen waren vierzehn Stunden nach der Uebertragung noch in den Anfängen der Theilung. Wiederum, nach zehnstündigem Sprossen bei Zimmertemperatur und nachheriger kurzer Belichtung war der Einfluss des Lichtes kein merklicher. Andererseits, nach zehn-

stündigem Sprossen bei Zimmertemperatur und ebenso langer Belichtung waren die Colonien mit einigermassen gleichmässiger Form und Grösse der Einzelzellen so gedrängt und unübersichtlich, dass ein völlig genaues Zählen fast unmöglich war, während die vielen Colonien mit Riesenzellen von bizarrer Form mehr zu einem Schätzen nach der Masse, als zu einem zahlenmässigen Vergleich veranlassen konnten.

Immerhin ging aber aus diesen Versuchen für den Beobachter mit Sicherheit hervor, dass die Zahl der Zelltheilungen bei Saccharomyces Pastorianus I durch intensives Licht nicht in dem Masse beeinflusst wurde, wie bei den beiden bisher untersuchten Hefen.

Die langsame Art der Entwickelung, wie gleichzeitig der geringe Einfluss des intensiven electrischen Lichtes und der Wärme auf die Zahl der Zelltheilungen bei Saccharomyces Pastorianus I beweist auch folgender Versuch, der gleichzeitig und unter gleichen Verhältnissen mit Versuch 17 bei Saccharomyces cerevisiae angestellt wurde. Es handelte sich bei beiden Versuchen darum, festzustellen, ob der Einfluss des intensiven Lichtes auch nach dem Aufhören der Belichtung noch nachwirke.

Begonnen am 27. Februar 1896, Abends 7 Uhr. Belichtungswinkel 42°, Abstand von der Lichtquelle 65 cm.

Beobachtete Temperaturen: 7 Uhr. H. 18,4°, D. 18,4°; 8 U. H. 20,6°, D. 20,6°; 9 U. H. 21,0°, D. 21,0°; 10 U. H. 23,5°, D. 23,5°; 10—5 U. Früh. H. 23,9°, D. 23,9°; 6 U. H. 19,0°, D. 19,0°; beendet 28. Februar um 10 U. Vorm. H. 19,0°, D. 19,0°.

Die Temperaturen wurden von 10 Uhr Abends ab durch den Maschinenwärter beobachtet.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 87 Zählungen	7.6	1. Mittel aus 297 Zählungen	8,7
2. „ „ 224 „	7,1	2. „ „ 297 „	8,56
3. „ „ 212 „	7,18	3. „ „ 198 „	8,3
	21,88		25.56
Mittel: 7,29		Mittel 8,52	

Nach zehnstündiger Belichtung und fünfstündigem Nachsprossen bei Zimmertemperatur und zerstreutem Tageslicht waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 7,29, im Dunklen 8,52 Zellen hervorgegangen, während bei Saccharomyces cerevisiae die Resultate des Parallel-Versuchs 18,09 bezw. 29,03 Zellen waren.

Die so entstandenen Colonien waren nicht wie bei den bisherigen Versuchen mit Saccharomyces Pastorianus I dicht zusammenliegend, sondern korallenähnlich verzweigt, so dass ein genaues Zählen möglich war.

Am 28. Februar 1896 wurde der Versuch wiederholt und gleichzeitig mit Versuch 18 bei Saccharomyces cerevisiae ausgeführt.

Beleuchtungswinkel 42°, Abstand von der Lichtquelle 65 cm.

Beobachtete Temperaturen: 9 U. Abends H. 18,8°, D. 18,8°; 10 U. H. 20,0°, D. 20,0°; 12 U. Nachts. 23,4°, D. 23,5°; 3 U. Früh H. 24,0°, D. 24,0°; 5 U. H. 24,0°, D. 24,0°; Belichtung abgestellt, weitergesprosst 5—9 U. Früh H. bei 19,0°.

Die Temperaturen wurden von 12 Uhr Nachts ab bis Früh von dem Maschinenwärter beobachtet.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 92 Zählungen	5,83	1. Mittel aus 127 Zählungen	8,31
2. „ „ 139 „	6,24	2. „ „ 140 „	8,1
3. „ „ 154 „	7,02	3. „ „ 172 „	8,86
	19,09		25,27
Mittel: 6,36		Mittel: 8.43	

Nach achtstündigem Belichten und vierstündigem Nachsprossen bei Zimmertemperatur waren aus einer Zelle im Licht im Mittel 6,36, im Dunkeln 8,43 Zellen hervorgegangen.

Bei diesem letzten Versuch waren die Hefezellen eine Stunde vor Beginn der Belichtung auf das Nährmedium übertragen.

Aus der Zusammenstellung der gebildeten Colonien geht hervor, dass unter deu hier gegebenen Entwickelungsbedingungen auch Saccharomyces Pastorianus I sich verhält wie die beiden bisher untersuchten Hefen.

Bei dem Versuch am 27. Februar wurden festgestellt:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	20	0	6	2	48	8	3.	„ 0
dunkel 1:	33	5	9	8	76	34	29.	„ 3
hell 2:	73	1	16	5	106	11	11.	„ 1
dunkel 2:	57	0	13	0	153	37	34.	„ 2
hell 3:	60	0	10	1	121	10	10.	„ 0
dunkel 3:	36	2	3	0	118	19	19.	„ 1

Bei dem Versuch am 28. Februar wurden festgestellt:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber 16
hell 1:	45	1	4	0	39	3	0.	„ 0
dunkel 1:	25	4	7	3	56	21	10.	„ 1

Colonien zu	4	5	6	7	8	9—15	16.	Ueber	16
hell 2:	42	0	6	0	80	6	5.	„	0
dunkel 2:	25	0	1	0	92	13	9.	„	0
hell 3:	51	0	12	0	76	6	8.	„	1
dunkel 3:	21	2	5	4	98	22	17.	„	3

Torula.

Die sehr verbreiteten, hefenartigen Formen, welche Pasteur unter dem Namen Torula beschrieb und abbildete, stimmen mit den Saccharomyceten darin überein, dass sie sich ebenfalls durch Sprossung vermehren, unterscheiden sich von ihnen aber sehr wesentlich durch die mangelnde Fähigkeit Sporen zu bilden. Es sind meist kugelrunde Zellen von sehr verschiedener Grösse, 3,26 bis 8,98 μ. Das Plasma ist durchweg homogen, wird aber bei sprossenden Zellen etwas ungleichmässiger und fein gekörnt. In diesem Zustande erscheint es auch in der jungen Tochterzelle, wird aber sehr bald wieder homogen, wenn sich diese von der Mutterzelle getrennt hat, was sehr bald geschieht. Mehrere Versuche, mittelst der von Dr. H. Möller-Greifswald eingeführten Färbemethode, — fixiren mit Jodjodkalium, färben mit schwacher Gentianeviolettlösung, entfärben mit Glycerin, — einen Zellkern zu differenziren, schlugen fehl. Zwei Arten Torula wurden aufgefangen, isolirt und in Reinzucht hergestellt, eine ausnahmslos kugelrunde und eine andere Art, bei der auch fast ovale Zellen nicht selten waren. Uebereinstimmend erregten sie in Würzen nur eine schwache Gährung und brachten nicht über 1 % Alkohol hervor, dessen Menge nach dem Gewicht der freigewordenen Kohlensäure bestimmt wurde. Auf festen Nährmedien zeigten sie anfänglich ungefähr das gleiche Sprossvermögen wie

Saccharomyces, fingen die Sprossungen nur ein wenig später an, um dann im weiteren Verlauf Saccharomyces wieder zu überholen. Sie bildete nicht wie die bisher aufgeführten Hefen vorwiegend Colonien mit Multiplen von zwei Einzelzellen, sondern zeigte sich ebenso oft paarig als unpaarig gesprosst.

Versuch 1.

Begonnen am 15. Mai 1896, Vormittags 8 Uhr. Kugelige Form der Torula.

Belichtungswinkel der Bogenlichtlampe 20°, Abstand 50 cm von der Lichtquelle.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 18,0°, D. 18,0°; 9 U. H. 18,6°, D. 18,6°; 10 U. H. 23,4°, D. 23,5°; 11 U. H. 24,1°, D. 24,2°; 12 U. H. 23,1°, D. 23,0°; 1 U. H. 22,9°, D. 22,9°; 2 U. H. 22,1°, D. 22,2°; 3 U. H. 22,9°, D. 23,0°; 4 U. H. 23,0°, D. 23,1°; 5 U. H. 23,0°, D. 23,1°; beendet um 6 U. H. 23,2°, D. 23,2°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 171 Zählungen	6,33	1. Mittel aus 185 Zählungen	6,45
2. „ „ 150 „	5,33	2. „ „ 126 „	6,33
3. „ „ 117 „	5,74	3. „ „ 145 „	7,2
	17,40		19,98
Mittel: 5,8		Mittel: 6,33	

Es waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 5,8, im Dunklen 6,33 Torulazellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
hell	1:	33	30	28	45	14	12	3	5	0	1	0
dunkel	1:	26	41	45	30	15	4	20	2	0	2	0

Colonien zu	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
hell 2:	26	42	35	30	14	2	0	2	0	0	0
dunkel 2:	13	32	22	37	15	4	4	0	1	0	0
hell 3:	26	44	17	26	4	1	0	2	0	0	0
dunkel 3:	11	27	32	32	25	13	4	1	1	1	2

Die Zelltheilungen waren wesentlich langsamer vor sich gegangen, als bei Saccharomyces und Mycoderma im gleichen Zeitraum und bei entsprechender Temperatur. So war auch der retardirende Einfluss des intensiven Lichtes nicht so wesentlich hervortretend, wie bei Saccharomyces und Mycoderma.

Versuch 2.

Torula mit kugeligen und ovalen Zellen. Begonnen zugleich mit dem vorigen Versuch. Beleuchtungswinkel 42°, Abstand 65 cm.

Beobachtete Temperaturen: 8 U. H. 18,0°, D. 18,0°; 9 U. H. 18,6°, D. 18,6°; 10 U. H. 22,8°, D. 22.7°; 11 U. H. 24,0°, D. 24,0°; 12 U. H. 25,0°, D. 24,9°; 1 U. H. 25,0°, D. 25,1°; 2 U. H. 25,2°, D. 25,2°; 3 U. H. 25,5°, D. 25,5°; 4 U. H. 25,6°, D. 25,7°; 5 U. H. 25,4°, D. 25,4°; 6 U. H. 26,0°, D. 26,1°.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 177 Zählungen	8.06	1. Mittel aus 97 Zählungen	8,7
2. „ „ 182 „	7,83	2. „ „ 106 „	8,9
3. „ „ 119 „	7,77	3. „ „ 95 „	9,23
	23,66		26,83
Mittel: 7,89		Mittel: 8,94	

Es waren im Licht aus einer Zelle im Mittel 7,89, im Dunklen 8,94 Zellen hervorgegangen.

Die lebhaftere Zelltheilung, verglichen mit Versuch 1, entsprach ungefähr den höheren Wärmegraden, unter denen die Sprossung vor sich gegangen war, erreichte aber nicht entfernt die Zahlen, die Saccharomyces cerevisiae und Mycoderma cerevisiae bei zehnstündiger Belichtung ergaben. Die verhältnissmässig geringen Unterschiede im Zahlenergebniss zwischen den Zellen, die im Licht, und denen, die im Dunklen gesprosst waren, sprechen deutlich für die grössere Unempfindlichkeit der Torula gegen intensive Belichtung. Diese beiden Versuche, gelegentlich unter ähnlichen Verhältnissen wiederholt, entsprechen in ihrem Ergebniss den obigen Resultaten so vollkommen, dass von einer speciellen Aufstellung abgesehen werden kann.

Um aber alle Möglichkeiten zu erschöpfen sollte noch versucht werden, ob nicht durch ein mehrstündiges Nachsprossen nach beendeter Belichtung der retardirende Einfluss des intensiven Lichtes deutlicher bemerkbar gemacht werden könne.

Zu diesem Behuf wurde am 16. Juni 1896 ein letzter Versuch angestellt und um 10 Uhr Vormittags begonnen. Kugelige Torula. Belichtungswinkel 20°. Abstand 50 cm.

Beobachtete Temperaturen: 10 U. H. 22,6°, D. 22, 6°; 11 U. H. 26,3°, D. 26,3°; 12 U. H. 26,5°, D. 26,5°; 1 U. H. 27,9°, D. 27,9°; 2 U. H. 27,2°, D. 27,2°; 3 U. H. 26,5°, D. 26,5°; 4 U. H. 27,7°, D. 27,8°; 5 U. H. 28,0°, D. 28,0°; 6 U. H. 26,5°, D. 26,5°, Ende der Belichtung. Nachgesprosst bis 10 Uhr Abends bei Lufttemperatur.

Resultate:

Belichtet		Dunkel	
1. Mittel aus 123 Zählungen	6,73	1. Mittel aus 197 Zählungen	8,00
2. „ „ 216 „	7,64	2. „ „ 181 „	8,62
3. „ „ 183 „	7,8	3. „ „ 174 „	8,98
	22,17		25,60
Mittel: 7,39		Mittel: 8,53	

Es waren nach achtstündiger Belichtung und vierstündigem Nachsprossen im Licht aus einer Zelle im Mittel 7,39, im Dunklen 8,53 Zellen hervorgegangen.

Zusammenstellung:

Colonien zu	4	5	6	7	8	9	10	11	12—15	16.	Ueber 16
hell 1:	10	27	29	23	11	17	2	2	0	1.	„ 1
dunkel 1:	13	21	25	37	20	25	10	10	17	0.	„ 4
hell 2:	33	37	31	22	18	25	15	12	18	0.	„ 5
dunkel 2:	7	25	16	31	28	24	13	11	18	1.	„ 7
hell 3:	24	36	27	20	14	16	5	16	19	0.	„ 6
dunkel 3:	11	21	18	19	13	24	8	22	28	2.	„ 8

Der Erfolg entsprach nicht den Erwartungen, die Unterschiede im Zahlenergebniss zwischen belichteten und im Dunklen gesprossten Zellen waren nicht wesentlich grösser geworden.

Einfluss des Sonnenlichtes auf Mycoderma cerevisiae, Saccharomyces Pastorianus I und Torula.

Wenngleich zu erwarten stand, dass alle Hefen wegen ihrer im Wesentlichen ähnlichen Lebensweise sich gegen directe Insolirung ähnlich wie Saccharomyces cerevisiae verhalten würden, so wurde doch eine genügende Anzahl von Versuchen, sowohl bei unterbrochener Besonnung, wie im hellsten Sonnenlicht gemacht, um die Uebereinstimmung auch wirklich festzustellen.

Die Versuche wurden gleichfalls im Petrischälchen mit Thermometer unter regelmässiger Kühlung durch Zufliessenlassen von Wasser in die wiederum benutzte Fixirbadschale angestellt. Des leichteren Beobachtens und Vergleichens wegen wurden zahlreiche isolirte Zellen dieser Hefen, jede Art für sich markirt, auf ein und derselben Agarplatte exponirt. Bei unterbrochener und nicht sehr heller Besonnung trat insofern ein Unterschied zwischen den drei Hefen hervor, als Saccharomyces Pastorianus I sich am widerstandsfähigsten gegen unterbrochene Insolirung erwies. Nach eingetretener Lichtstarre erholte sich von Saccharomyces Pastorianus I stets ein grösserer Procentsatz, als von den beiden anderen Arten, wenn auch, seiner Eigenthümlichkeit entsprechend, sehr langsam. Ihm zunächst stand Torula, während sich Mycoderma wie Saccharomyces cerevisiae verhielt.

Mehrstündige helle Besonnung aber im entsprechenden Belichtungswinkel hatte bei allen drei Arten, in völliger Uebereinstimmung mit Saccharomyces cerevisiae stets den Erfolg, die Zelle zu tödten und ihr Aussehen in einer Weise, wie bei Saccharomyces beschrieben, zu verändern. Man kommt demnach zu dem Endergebniss, dass starkes Sonnenlicht alle Hefenarten tödtet.

Auch Marshall Ward [1]) kommt in seiner Arbeit: „The action of light on bacteria“ zu demselben Resultat in Uebereinstimmung mit Martinaud [2]) und gelangt zu dem Schluss, dass diese Lichtwirkung sich auf alle niederen Organismen erstreckt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Nachdem durch Vorversuche festgestellt war, dass intensives electrisches Licht einen retardirenden Einfluss auf die Zelltheilung bei Saccharomyces cerevisiae überhaupt ausübt, wurde durch die nun folgenden systematischen Versuche mit Sicherheit nachgewiesen, dass längere und intensivere Belichtung eine gesteigerte Hemmung in der Zelltheilung verursacht. So steigern sich die Zahlenunterschiede zu Gunsten der nicht belichteten Zellen fast bis zum Verhältniss 1 : 2 (s. Versuch 14) und würden bei länger andauernder Belichtung noch grösser gewesen sein, wenn die Zellen in den entstandenen grossen Colonien noch genau zu zählen gewesen wären. Nach dem Aufhören der Belichtung findet in bestimmten Grenzen noch eine Nachwirkung statt, wenigstens insofern, als nach mehrstündigem Weitersprossen bei zerstreutem Tageslicht kein Wiederausgleich festgestellt werden konnte.

---

[1]) Philos. Transactious of the royal Soc. of London. Vol. 185. 1894. p. 985.

[2]) Comptes Rend. CXIII, Nr. 22, p. 782.

Auch das natürliche Licht, schon zerstreutes Tageslicht von einiger Helligkeit, wirkt schwach retardirend, im Verhältniss 7,5 : 8 und 5,0 : 5,8 wie die entsprechenden Versuche zeigen. Nach verhältnissmässig kurzer, intensiver Besonnung aber, tritt eine Lichtstarre ein, die je nach der Dauer der Einwirkung früher oder später von den Zellen, nach dem Aufhören der intensiven Besonnung, wieder überwunden wird oder bei höchster Intensität zum Tode führt. Die anderen in den Bereich der Untersuchung gezogenen Hefen verhalten sich, abgesehen von gewissen besonderen Eigenthümlichkeiten, gleich.

Die Gründe, weshalb intensives Licht die Sprossungen und Zelltheilungen der untersuchten Hefen nachtheilig beeinflusst, entziehen sich zur Zeit der Beurtheilung.

Beim Abschluss dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. L. Kny, Leiter des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Berlin, herzlichen und verbindlichen Dank für die Unterstützung, die derselbe mir bei den vorliegenden Untersuchungen zu Theil werden liess, auszusprechen.